



Estimación de la edad dental mediante la técnica de Kvaal modificado en una muestra de
población colombiana

Yuli Andrea Betancourt Alfonso 10571728461

Jennifer Daniela Martínez Rojas 10571717563

Magda Bibiana Toncel Calderón 20571428647

Daniel Andrés Hernández Valencia 20570912445

Universidad Antonio Nariño

Programa Odontología

Facultad de Odontología

Bogotá, Colombia

2022

Estimación de la edad dental mediante la técnica de Kvaal en una muestra de población
colombiana

Yuli Andrea Betancourt Alfonso
Jennifer Daniela Martínez Rojas
Magda Bibiana Toncel Calderón
Daniel Andrés Hernández Valencia

Trabajo de grado para obtener el título de Odontología General

Director

Odontóloga PhD Antropología física y forense- Gretel González Colmenares

Línea de Antropología y odontología forense

Grupo de Investigación en Salud oral

Universidad Antonio Nariño

Programa Odontología

Facultad de Odontología

Bogotá, Colombia

2022

Nota de aceptación

El trabajo de grado titulado “Estimación de la edad dental mediante la técnica de Kvaal en una muestra de población colombiana” elaborado por: Yuli Andrea Betancourt Alfonso, Jennifer Daniela Martínez Rojas, Magda Bibiana Toncel Calderón y Daniel Andrés Hernández Valencia; ha sido probado como requisito parcial para optar al título de Odontólogo General.

Firma presidente del jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Contenido

Abstract.....	12
Introducción.....	13
1. Planteamiento del Problema	15
1.1 Pregunta de investigación.....	16
2. Objetivos.....	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.2 Objetivo Específico.....	17
3. Justificación	18
4. Marco Teórico	20
4.1 Identificación	20
4.2 Identidad	20
4.2.1. Tipos de identificación.....	20
4.2.1.1 Identificación forense.....	20
4.2.1.2 Identificación odontológica	21
4.3 Cuarteta de identificación	21
4.3.1 Bases para la identificación	21
4.3.2 Sexo.....	21
4.3.3 Estatura	23
4.3.4 Ancestro	24
4.3.5 Edad	25
4.3.6 Edad cronológica	25
4.3.7 Edad dental.....	25
4.4 Estimación de la edad dental.....	25
4.5 Estimación de la edad en sujetos que no han finalizado el desarrollo dentario	27
4.5.1 Métodos basados en la erupción dental	27
4.5.2 Métodos basados en la mineralización dentaria.....	28
4.6 Estimación de la edad dental en adultos	29
4.6.1 Métodos Dentales utilizados	29

4.6.2 Método de Gustafson	30
4.6.3 Transparencia radicular.....	30
4.6.4 Atrición	31
4.6.5 Periodontitis	32
4.6.6 Reabsorción radicular	33
4.6.7 Aposición de cemento.....	33
4.6.8 Formación de dentina secundaria.....	34
4.6.9 Aposición de dentina secundaria	35
4.7 Métodos Radiográficos en adultos por aposición de dentina secundaria	35
4.7.1 Método de kvaal.....	35
4.7.2 Método de kvaal modificado	37
4.7.3 Método de Cameriere.....	37
4.8 Antecedentes	38
5. Diseño Metodológico	45
5.1 Tipo de estudio.....	45
5.2 Población.....	45
5.3 Muestreo	45
5.3.1 Muestra	45
5.4 Criterios de inclusión	45
5.5 Criterios de exclusión	45
5.6 Variables del estudio.....	45
5.7 Descripción del procedimiento	¡Error! Marcador no definido.
5.8 Análisis de los datos.....	53
5.9 Aspectos Éticos de la Investigación.....	53
6. Resultados.....	54
6.1 Descripción de la muestra.....	54
6.2 Determinación del error en el método	54
6.3 Estadísticos descriptivos de las variables por sexo.....	55
6.4 Prueba de normalidad kolmogorov – smirnov.....	57
6.5 Comparación de las variables entre el sexo femenino y masculino.....	59
6.6 Correlación entre las variables.....	61

6.7 Modelo de regresión lineal.....	62
7. Discusión	65
8. Conclusión	68
9. Recomendaciones	69
Referencias bibliográficas	70

Lista de figuras

Figura 1 Cráneo masculino	22
Figura 2 Cráneo Femenino.....	22
Figura 3 Tabla osteométrica.....	24
Figura 4 Estimación de la edad dental	27
Figura 5 Método de Demirjian.....	28
Figura 6 Transparencia radicular	31
Figura 7 Desgaste oclusal	32
Figura 8 Aposición de cemento	33
Figura 9 Formación de dentina secundaria	34
Figura 10 Medidas de kvaal	36
Figura 11 Método de kvaal en radiografías panorámicas	37
Figura 12 Ubicación de medidas de kvaal en el programa image j	48
Figura 13 Longitud máxima del diente (T).....	49
Figura 14 Longitud máxima de la pulpa (P)	49
Figura 15 Longitud máxima de la raíz (R).....	50
Figura 16 Nivel A	50
Figura 17 Nivel B.....	51
Figura 18 Nivel C.....	51
Figura 19 Ancho de pulpa en tres niveles.....	52

Lista de tablas

Tabla 1 Descripción de las Variables del Estudio	46
Tabla 2 Medidas de kvaal	47
Tabla 3 Clasificación de la muestra	54
Tabla 4 Análisis descriptivo de las variables por sexo dientes 11/21-12/22	55
Tabla 5 Análisis descriptivo de las variables por sexo dientes 15/25-32/42	55
Tabla 6 Análisis descriptivo de las variables por sexo dientes 32/42-33/43	56
Tabla 7 Estadística de normalidad según el sexo dientes 11/21-12/22.....	57
Tabla 8 Estadística de normalidad según el sexo dientes 15/25-32/42.....	58
Tabla 9 Estadística de normalidad según el sexo dientes 33/43-34/44.....	58
Tabla 10 prueba no paramétrica comparación hombres/mujeres dientes 11/21-12/22-15/25	60
Tabla 11 Prueba no paramétrica comparación hombres/mujeres dientes 32/42-33/43-34/44	60
Tabla 12 Estadística de coeficiente de correlación de spearman dientes 11/21-12/22-15/25	61
Tabla 13 Estadística de coeficiente de correlación de spearman dientes 32/42-33/43-34/44	62
Tabla 14 Ecuaciones de regresión por diente.....	63
Tabla 15 Modelos de regresión lineal	63
Tabla 16 Fórmulas de regresión lineal.....	64

Dedicatoria

*Dedico este trabajo a Dios por permitirme haber
llegado hasta este momento tan importante de mi
formación profesional, también a mis padres quienes
me han apoyado para poder llegar al fin de mi carrera,
estando siempre presentes dándome ejemplo de
superación, humildad y sacrificio*

Jennifer Daniela Martínez

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitir que llegáramos hasta este punto, por darnos la capacidad y la dirección que necesitamos para realizar este trabajo, a nuestros padres por darnos su apoyo y dedicación haciendo realidad este sueño.

Agradecemos a la Dra. Gretel González Colmenares, por su compañía, conocimiento, ayuda y guía en este proceso tan importante en nuestras vidas, gracias a ello hoy podemos concluir con éxito esta formación. De igual forma agradecemos a los doctores que nos enseñaron y aportaron sus conocimientos y por sus correcciones la cual nos permitió adquirir conocimientos básicos de investigación útiles para nuestra profesión.

Resumen

El objetivo de este estudio es evaluar la precisión del método de kvaal modificado en una muestra de población colombiana para la estimación de la edad, utilizando radiografías panorámicas de pacientes de 18 a 60 años de edad que asistieron a las clínicas de odontología de la Universidad Antonio Nariño entre los años 2018 a 2022 siendo un estudio observacional analítico.

Se utilizó el programa de procesamiento de imágenes ImageJ para la medición de las variables utilizando seis dientes, incisivo central superior, lateral superior, segundo premolar superior, incisivo lateral mandibular, canino mandibular y primer premolar y para cada diente se determinaron las respectivas variables T: Relación entre longitud del diente y raíz (diente/raíz); R: Relación longitud pulpa/diente; P: Relación longitud pulpa/raíz; y relación anchura pulpa/raíz en los tres niveles (A, B y C) según kvaal en 1995, de esta manera se ingresaron los datos al software SPSS para el análisis estadístico de los datos. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre las porciones radiculares de ancho de A y C y en la máxima longitud del diente (T), con mejor estimación de edad en el diente incisivo lateral superior debido al valor estadísticamente significativo ($p=,000$). Mediante un modelo de regresión lineal se establecieron tres modelos, los cuales pueden emplearse para la determinación de la edad de un individuo no identificado en población colombiana.

Palabras claves: identificación, estimación de la edad, método kvaal, dentina secundaria

Abstract

The aim of this study is to evaluate the accuracy of the kvaal method in Colombian population for the estimation of dental age, using panoramic radiographs of patients aged 18 to 60 years who attended the dentistry clinics of the Antonio Nariño University between the years 2018 to 2022 being an analytical observational study.

ImageJ image processing software was used for the measurement of the variables using six teeth, upper central incisor, upper lateral, upper second premolar, mandibular lateral incisor, mandibular canine and first premolar and for each tooth the respective T variables were determined: Tooth to root length ratio (tooth/root); R: Pulp to tooth length ratio; P: Pulp to root length ratio; and pulp to root width ratio in the three levels (A, B and C) according to kvaal in 1995, in this way the data were entered into the SPSS software for statistical analysis of the data. The results evidenced significant differences between the root portions of A and C width and in the maximum tooth length (T), with better age estimation in the upper lateral incisor tooth due to the statistically significant value ($p=, 000$). By means of a linear regression model, three models were established, which can be used to determine the age of an unidentified individual in the Colombian population.

Key words: identification, age estimation, kvaal method, secondary dentin

Introducción

El método de kvaal es conocido por ser un método no invasivo para estimar la edad cronológica de un adulto a partir de radiografías periapicales para lograr la identificación de un cadáver o adulto vivo.

La investigación se realizó para contribuir en el área de Antropología y Odontología forense, debido al gran porcentaje de población no identificada en Colombia y por la necesidad de aportar en la validación de métodos de manera que se conozca la precisión de estos, en este caso del método kvaal.

Es un trabajo realizado en 100 radiografías panorámicas del mismo número de individuos, mujeres y hombres de 18 a 60 años que fueron atendidos en la universidad Antonio Nariño. Siguiendo el método original se evaluaron 6 dientes (incisivo central superior, lateral superior, segundo premolar superior, incisivo lateral mandibular, canino mandibular y primer premolar inferior) y se realizaron las seis medidas establecidas por Kvaal, la longitud máxima del diente (T), la longitud de la pulpa (P) y la longitud de la raíz (R) para cada diente y los anchos radiculares y pulpares en tres niveles de la raíz (A, B y C). Se utilizó el programa de procesamiento de imágenes ImageJ y el software SPSS para el análisis estadístico.

Se presenta una revisión sobre el tema de estimación de la edad en individuos adultos, así como los antecedentes de la investigación, ya que el método de Kvaal ha sido validado en diferentes poblaciones.

En el capítulo de resultados se presentan los modelos de regresión lineal que mayor precisión alcanzan en la estimación de la edad dental, en una muestra de individuos de población adulta colombiana. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre

las porciones radiculares de ancho de A y C y en la máxima longitud del diente (T), con mejor estimación de edad en el diente incisivo lateral superior debido al valor estadísticamente significativo. Finalmente, se presenta una discusión sobre los resultados del estudio en cuanto a las variables y los dientes más relacionados con la edad y sus diferencias en otras poblaciones donde se ha validado el método.

1. Planteamiento del Problema

La estimación de la edad juega un papel importante en la práctica de la Ciencia Forense, proporcionando uno de los elementos principales en la identificación humana; no solo, en la identificación de los cadáveres, sino también en los sujetos vivos, relacionados con problemas de responsabilidad penal, civil y las cuestiones sociales (Özge et al., 2012). Además, la necesidad de estimar la edad en los sujetos vivos está aumentando en algunos países como Colombia, debido al aumento del número de inmigrantes y refugiados sin documentos de identificación válidos.

La estimación de la edad dental es comparativamente más fácil en niños que en adultos. Sin embargo, la estimación precisa de la edad en los adultos sigue siendo una tarea difícil en las ciencias odontológicas forenses (Sehrawat y Singh, 2020). Uno de los métodos más fiables para estimar la edad tanto de los individuos vivos como de los cadáveres es a través de los dientes. Los dientes muestran una gran resistencia a las alteraciones post mortem causadas por la humedad, las altas temperaturas, las actividades microbianas y las fuerzas mecánicas, presentando una alta capacidad para preservar sus estructuras morfológicas durante un tiempo muy prolongado. Asimismo, los dientes son herramientas útiles para la determinación de la edad porque el desarrollo de los dientes se ve menos afectado por los factores ambientales, nutricionales y genéticos (Akay et al., 2017).

Con la edad, las estructuras dentales también presentan algunos cambios; a medida que avanza la edad, la dentina secundaria se deposita a lo largo de las paredes de la cámara pulpar dental, lo que lleva a una reducción del tamaño de la cavidad pulpar. Este cambio relacionado con la edad se puede evaluar a partir de secciones rectificadas y de radiografías

dentales de los dientes (Patil et al., 2014). Los métodos radiológicos tienen la ventaja de no ser destructivos y pueden aplicarse tanto a personas vivas como a fallecidas.

Adicionalmente la digitalización ha aumentado la fiabilidad y precisión de la radiología (Misirlioglu et al., 2014).

En 1995, Kvaal desarrolló un método para estimar la edad adulta basado en la relación entre la edad y el tamaño de la pulpa medida en radiografías periapicales; los autores han mostrado la correlación entre la edad y las proporciones calculadas y han presentado fórmulas de regresión para estimar la edad cronológica. Desde este estudio inicial, varios autores han probado la reproducibilidad del método de Kvaal, utilizando diferentes técnicas radiológicas y diferentes fórmulas de regresión (Misirlioglu et al., 2014; Roh et al., 2018; Bosmans et al., 2005; Paewinsky et al., 2005). Por lo tanto, en comparación con otros cambios dentales regresivos, la formación de dentina secundaria parece estar más fuertemente correlacionada con la edad cronológica, ya que es un proceso continuo y regular a lo largo de la vida (Li et al., 2020). Las recomendaciones internacionales para la estimación de la edad es utilizar métodos de los cuales se conozca la precisión en la población a utilizar; hasta ahora en Colombia no se ha evidenciado estudios en los cuales hayan estimado la edad dental, aplicando técnica de Kvaal modificado para poder determinar su precisión, por lo cual, surge la siguiente pregunta de investigación:

1.1 Pregunta de investigación

¿Cuál es la precisión del método de kvaal para la estimación de la edad dental en una muestra de individuos colombianos de 18 a 60 años de edad?

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

- Determinar la precisión del método kvaal para la estimación de la edad, en una muestra de individuos de población adulta colombiana utilizando radiografías panorámicas.

2.2 Objetivo Específico

- Evaluar la precisión del método de kvaal de acuerdo al sexo, en la muestra estudiada.

3. Justificación

Este trabajo de investigación se encuentra en la línea de Antropología y Odontología Forense, del Grupo de Investigación en Salud Oral; la investigación planteada tiene como fin contribuir en el área de la Odontología Forense y de esa manera, buscar establecer la edad de un individuo que no está identificado; esto, mediante la evaluación de un método que utiliza parámetros dentales a través de radiografías panorámicas de pacientes adultos de las clínicas Odontológicas de la Universidad.

El método de kvaal se basa en la correlación entre la edad y la proporción de longitudes y anchura de la pulpa en las radiografías dentales (Sehrawat y Singh., 2020). Este método aporta en los desafíos de la práctica forense ya que no es invasivo, no requiere la extracción dental y es éticamente viable. Por lo que se proporciona una técnica con una gran perspectiva de aplicación en adultos colombianos, debido a que la gran mayoría de métodos basados en el desarrollo de los dientes se limitan a la estimación de la edad en niños o adultos jóvenes (Li et al., 2019). Actualmente en la población colombiana no existe una validación de este método por lo que conocer su precisión sería de gran utilidad en la estimación de la edad en adultos.

Esta investigación se considera importante debido a los desafíos para la identificación de restos humanos, asociados al contexto del conflicto armado, que ha presentado nuestro país a lo largo de los años; dejando atrás a millones de víctimas de diferentes delitos y tipos de violencia (Tamayo, 2020). En Colombia se habla de alrededor de 200.000 cuerpos sin identificar que se encuentran en cementerios y fosas

clandestinas según la autoridad forense (Heraldo, E, 2019. Autoridades estiman que en Colombia hay unos 200.000 cuerpos sin identificar).

Por esta razón se ve la necesidad de validar el método de Kvaal favoreciendo a la población colombiana debido a la escasez de métodos disponibles en nuestro país, ya que ha sido útil para fines forenses en diferentes poblaciones. Así mismo, se quiere determinar si este estudio es preciso para esta población, teniendo en cuenta que diferentes investigadores han aplicado la fórmula de regresión desarrollada por kvaal para estimación de la edad dental en diferentes países para afirmar su precisión y aplicabilidad (Singal et al., 2019).

4. Marco Teórico

4.1 Identificación

La identificación se define como un conjunto de técnicas y métodos a través del cual se recogen y agrupan sistemáticamente las características individuales de un sujeto para establecer su identidad, independientemente del estado en que se encuentra (Martínez, 2013).

4.2 Identidad

La identidad es el conjunto de características físicas generales que representa todo ser humano, como es la edad, el sexo, estatura y afinidad biológica. Todos los individuos contamos con estos cuatro elementos ya sean hombres o mujeres (Martínez, 2013).

La identidad en la justicia penal utiliza procedimientos científicos para descubrir la verdadera identidad de las partes (Guglielmucci, 2018).

4.2.1. Tipos de identificación

4.2.1.1 Identificación forense

Al comparar datos obtenidos por familiares o centros de cuidado bucal (registros pre-mortem) con datos extraídos de otros estudios (registros post-mortem), la identificación de restos óseos es una ayuda importante para los odontólogos en la administración de justicia, que en la gran mayoría de ambas situaciones son posibles (Marín, 2018).

4.2.1.2 Identificación odontológica

Este es el proceso de examinar, determinar y documentar las características orales y craneofaciales de los sujetos sometidos a un estudio de personalización por reglamento jurídico (Terán, 2018).

El sistema de reconocimiento dental es uno de los métodos más utilizados en el procedimiento de identificación humana, cuando no se pueden encontrar las partes blandas del cuerpo, en estas situaciones adversas, la ciencia del sistema dental es una de las técnicas utilizadas para investigar e identificar a las personas (Torres, 2018).

4.3 Cuarteta de identificación

La determinación del sexo, la edad, la estatura y el ancestro, compone la cuarteta de identificación, estos antecedentes nos permiten crear un perfil biológico de un individuo para lograr la identificación, cuando no sea posible utilizar métodos convencionales como la dactiloscopia (Cordero et al., 2009).

4.3.1 Bases para la identificación

4.3.2 Sexo

La determinación del sexo puede lograrse con éxito, cuando los casos tienen condiciones suficientes; entre ellos el buen estado de conservación del cuerpo, la estructura esquelética humana completa y el patrón de variación morfológica de la población (Vicuña, 2018).

Para estimar el sexo de un individuo, existen estructuras anatómicas capaces de aportar más información y, por tanto, brindar técnicas más efectivas. Especialmente en cadáveres muy fragmentados o carbonizados los dientes y los maxilares se pueden utilizar para estos fines (Correa, 1990).

Los incisivos centrales y laterales en sus diámetros dentarios han presentado marcadas diferencias en su tamaño (Valdez, 1898). El dimorfismo sexual es bastante marcado en la mayoría de poblaciones, donde los tamaños dentarios de las mujeres son más pequeños, frente al de los hombres (Krogman y Iscan, 1986).

Figura 1

Cráneo masculino



Nota: Gómez (2006) Cráneo masculino. [Figura]. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/319112763> Determinación del sexo a través de los dientes utilizando el análisis de imagen

Figura 2

Cráneo Femenino



Nota: Gómez (2006) Cráneo femenino. [Figura]. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/319112763> Determinación del sexo a través de los dientes utilizando el análisis de imagen

4.3.3 Estatura

La estimación de la estatura por medio de restos óseos humanos es uno de los pasos clave en la práctica forense. Diversos estudios han demostrado que la estatura adulta puede ser considerada como indicador del estado nutricional y de salud en las que se desarrolla una población (Bogin, 1999).

Para establecer la estatura de un cadáver a lo largo de su vida existen varios procedimientos, la mayoría de los cuales se basan en la relación matemática que existe entre diferentes huesos largos y la altura de un individuo, y el otro método es el método anatómico (Laporte et al., 2003).

Existe una relación bien definida entre la altura de un individuo y la longitud de sus huesos largos, y esta proporción correspondiente permite calcular la altura de un individuo a partir de las respectivas longitudes de los huesos largos (Laporte et al., 2003).

El primero de los métodos para realizar la medición, fue realizado por Trotter y Gleser (método aritmético) mientras que el otro corresponde a Fully (método anatómico). La primera es medir cada hueso largo y multiplicar por 31, la medida por un factor constante, igual a que se le suma otro valor constante, lo que da como resultado una ecuación; Este resultado le dará una altura aproximada con una tolerancia de 3-5 cm dependiendo del hueso (Ríos, 2004).

Figura 3*Tabla osteométrica*

Nota: Morphol (2009) osteómetro de Broca [Figura]. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022009000200004.

4.3.4 Ancestro

Los grupos humanos se diferencian en un conjunto de rasgos que difieren según una determinada tendencia central y la frecuencia de su distribución. Para evitar algunas de las dificultades inherentes al estudio de la diversidad de las poblaciones humanas, se han agrupado 21 25 en amplios grupos geográficos raciales, conocidos como caucasoides, mongoloides y negroides, que representan una tendencia hacia características de rasgos, en lugar de parentesco geográfico (Torres, 2018).

El sistema dental ha aportado datos para intentar resolver el debate sobre el origen del hombre americano, basado en el estudio de la morfología y de las dimensiones del diente; además por ser estructuras duraderas en el tiempo. Dentro de los rasgos morfológicos más utilizados para la relación de individuos con grupos biológicos están principalmente: el tubérculo de Carabelli, los incisivos en pala, cúspide 7, pliegue acodado, entre otros; así mismo, las dimensiones y morfología de los maxilares y conjunto craneofacial dan información de sus orígenes (Reyes et al., 2010).

4.3.5 Edad

La edad es el tiempo que transcurre desde la concepción (edad biológica) o nacimiento (edad cronológica) de un individuo hasta que se realiza una evaluación para determinar dicho intervalo (Maldonado y Briem, 2013).

La edad es un factor esencial para poder establecer la identidad de una persona. Se puede estimar de diferentes formas, como lo es la edad cronológica, la edad esquelética y la edad dental (Chandan et al., 2020).

4.3.6 Edad cronológica

También conocida como edad real, es medida por el calendario sin tener en cuenta el periodo intrauterino (Reglamento Técnico para la Estimación de Edad en Clínica Forense, 2011).

La fecha de nacimiento es, por tanto, el dato a partir del cual se calcula la edad del individuo cuando se refiere a ella utilizando criterios cronológicos o vital (Suárez, 2015).

4.3.7 Edad dental

La edad en los dientes depende de las etapas de desarrollo de la dentadura y de los fenómenos que ocurren después de alcanzar su madurez . Puede definirse por los cambios que ocurren a lo largo de la vida (Perdomo, 2014).

Los procesos fisiológicos y degenerativos que ocurren en el esqueleto y en los dientes han servido para desarrollar fórmulas para determinar la edad más cercana a la edad cronológica. La ventaja de los dientes sobre otros indicadores biológicos es que presentan una mejor correlación con la edad cronológica de los individuos, frente a otros parámetros (Suárez, 2015).

4.4 Estimación de la edad dental

Estimar la edad de un individuo es parte de un proceso complicado de identificación de una persona, siendo una práctica rutinaria en el campo de las Ciencias Forenses. Los métodos de

estimación de la edad a través de las estructuras dentales describen mediante radiografías panorámicas, los estadios de formación de la corona y la raíz, así como la erupción dental, describiendo el desarrollo morfogenético dental. Estos procesos acontecen de manera paralela, progresiva y continua, correlacionados con la edad biológica, crecimiento y desarrollo de las estructuras del cuerpo y edad cronológica (Pérez et al., 2016).

La estimación de la edad juega un papel importante en las ciencias forenses, en la Antropología, la Arqueología, la Endocrinología pediátrica y la Odontología. Igualmente es un tema importante, no solo, en la identificación de cadáveres, sino también de individuos vivos (Akay et al., 2019).

En los últimos años, la estimación de la edad ha ganado una atención cada vez mayor en la práctica forense frente a las investigaciones de delitos, la identificación individual y la edad de los inmigrantes (Jia Li et al., 2019).

Se han determinado diferentes métodos para la estimación de la edad de acuerdo con varios cambios esqueléticos y dentales. En comparación con los huesos, los dientes son la estructura física más fuerte y duradera, son altamente resistentes a factores externos y están protegidos por los tejidos duros y blandos de la cara (Jia Li et al., 2019). Estas ventajas hacen que los dientes sean buenos indicadores biológicos para la estimación de la edad sobre otros parámetros esqueléticos. Además, es menos variable en comparación con otros indicadores de madurez sexual y esquelética (Kumar et al., 2020).

Figura 4

Estimación de la edad dental



Nota: Ramos (2019). Recuperado de https://revista.cleu.edu.mx/new/descargas/1904/Articulo10_odontologia-forense.pdf

4.5 Estimación de la edad en sujetos que no han completado el desarrollo dentario

La determinación por el estado de erupción dental ha sido el primer método de estimación de edad dental, debido a que los dientes se encuentran en proceso de formación, desarrollo y maduración. A través de esto podemos definir la edad cronológica del sujeto al evaluar las fases de erupción y grados de mineralización (Paz, 2011).

4.5.1 Métodos basados en la erupción dental

La erupción dentaria se considera el primer método para estimar la edad por medio de los dientes a través de exámenes. Se considera un método económico, sencillo e inmediato. Sin embargo, está influenciado por factores locales, como pérdida prematura de dientes temporales

que implica el aumento del proceso de erupción en los dientes permanentes, y múltiples factores generales, como enfermedades sistémicas (Luna y Laborda., s. f.).

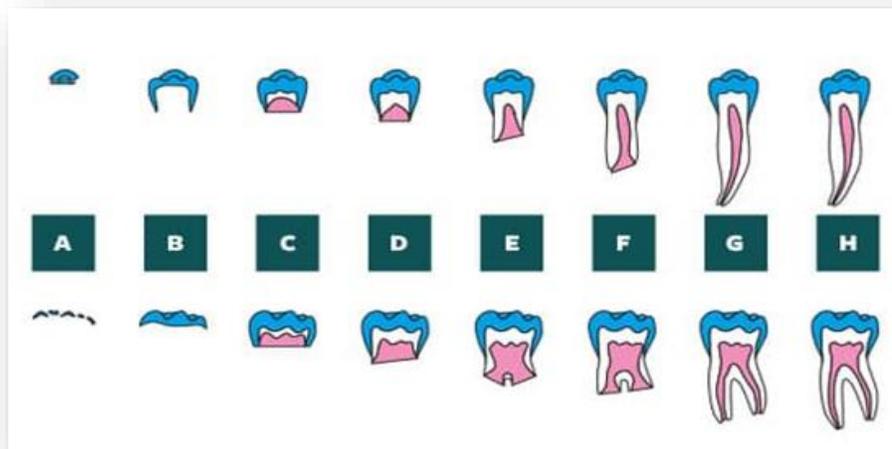
4.5.2 Métodos basados en la mineralización dentaria

El grado de mineralización en los dientes es un proceso continuo y progresivo poco alterado por factores externos que pueden ser observados a través de registros radiográficos. La mineralización empieza en la corona, continua a nivel radicular y acaba con el cierre del foramen apical. En este caso lo que se hace es correlacionar los diferentes grados de mineralización y maduración mediante esquemas o gráficas con parámetros obtenidos de un grupo conocido (Perdomo, 2014).

El método desarrollado por Demirjian et al. (1973) es el más utilizado, que fue creado para estimar la edad y también determinar la diferencia entre los sexos. En este método se contemplan ocho estadios asignados con letras (de la A a la H) en los primeros 7 dientes de cada arcada.

Figura 5

Método de Demirjian



Nota: La tabla desarrollada por Demirjian, 2017 (https://dentistaypaciente.com/investigacion_107_julio2017.html)

4.6 Estimación de la edad dental en adultos

Las estimaciones de la edad dental se pueden hacer utilizando varios métodos, que pueden dividirse en dos grupos. El primero, basado en la emergencia y formación de los dientes, se utiliza en individuos cuyo desarrollo dental no es completo. El segundo, basado en cambios en los dientes relacionados con la edad, se utiliza en individuos cuyo desarrollo dental es completo (Özge et al., 2012).

La finalización del desarrollo del diente se marca con el cierre del ápice radicular, siendo el tercer molar el último diente en completar su erupción y desarrollo radicular aproximadamente a los 17-21 años de edad. Después de esta etapa, estimar la edad cronológica precisa se convierte en un desafío (Marroquín et al., 2016). Sin embargo, la vejez fisiológica que experimentan los tejidos dentarios y sus estructuras, resultan en modificaciones que proporcionan elementos de utilidad para la estimación de la edad dental (Maldonado et al., 2013).

En los adultos, con la influencia del medio ambiente, ocurren una serie de cambios en los dientes, como atrición del esmalte, deposición secundaria de dentina y otros cambios que se pueden observar en los tejidos y raíces periodontales. Entre estos, la dentina secundaria ha resultado estar fuertemente relacionada con la edad debido a su formación a lo largo de la vida (Jia Li et al., 2019).

4.6.1 Métodos Dentales utilizados

En 1950, Gustafson informó sobre un método de estimación de la edad en sujetos adultos derivado de seis cambios histológicos relacionados con la edad en los dientes (aposisión de dentina secundaria, aposición de cemento, atrición, periodontitis, transparencia radicular y reabsorción radicular) (Gustafson y Malmö 1950).

4.6.2 Método de Gustafson

Gustafson en el año de 1950, desarrollo un método que estima la edad en sujetos adultos. En su publicación denominada Age determination on teeth, mencionó ciertos indicadores que ocurren en los dientes que son utilizados para determinar la edad y son los nombrados a continuación (Perdomo, 2014).

4.6.3 Transparencia radicular

La translucidez radicular, conocida como esclerosis destinaria es un fenómeno fisiológico, que mantiene un ritmo constante a partir de los 20 años y es el resultado de la deposición de cristales de hidroxiapatita en los túbulos dentinarios que sucede en las partes apicales de la raíz. Se puede observar en todo el diente con el uso de un negatoscopio a nivel de la raíz en la superficie bucal y presenta una correlación significativa con la edad (Raquel, 2017).

Durante muchos años han sido aplicados dos métodos para medir la zona de la transparencia, se han utilizado métodos directos sobre el diente seccionado y métodos indirectos, que hace observaciones sobre dientes intactos. La medida es cuantificada por índices subjetivos, midiendo la transparencia directamente, el área de transparencia, la transparencia /la longitud del diente, el área de la transparencia /el área de la raíz, y la altura de la transparencia/la longitud de la raíz (Sánchez, 2018).

Figura 6*Transparencia radicular*

Nota: Fullola y González, 2018 (<https://repositorio.uft.cl/xmlui/bitstream/handle/20.500.12254/1594/Fullola-Gonz%C3%A1lez%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

4.6.4 Atrición

Comúnmente, los dientes sufren un proceso de desgaste por su utilización y función, causando un deterioro lento en las superficies oclusales, primero en el esmalte, luego en dentina y posteriormente a nivel pulpar en situaciones avanzadas, hasta la pérdida completa de la corona y visualización de la raíz (Perdomo, 2014).

El desarrollo del desgaste dental se divide en dos componentes: el desgaste producido debido al contacto con materiales extraños, teniendo en cuenta los niveles de abrasividad de los materiales, y segundo, la atrición, que se genera del contacto directo entre los dientes y sucede en gran medida de la fuerza de masticación y de la magnitud y persistencia del contacto (Campos, 2018).

La atrición es un proceso continuo y fisiológico relacionado estrechamente con la edad, sin embargo, cabe señalar que a menudo está influenciada en muchas ocasiones por factores

como la dieta, hábitos de masticación, fuerza de los tejidos dentarios, localización geográfica, magnitud de la fuerza de mordida, genero, factores ambientales y parafunciones como el bruxismo (Cardentey et al., 2014).

Figura 7

Desgaste oclusal



Nota: González, 2007 (<https://docplayer.es/65846377-Universidad-de-granada-facultad-de-medicina-laboratorio-de-antropologia.html>)

4.6.5 Periodontitis

La periodontitis, se denomina como la pérdida que se produce en el tejido periodontal, es ocasionada debido a los cambios producidos en los tejidos de soporte de los dientes, progresando inicialmente desde el cuello dental hasta el ápice radicular. La periodontitis se analiza por medio de la distancia entre límite de la unión amelocementaria y la inserción del epitelio de unión en las superficies vestibular y lingual midiendo directamente dicha distancia. En la actualidad, la patogénesis de la enfermedad periodontal y su correlación con la edad no puede ser completamente revelada. Los hallazgos epidemiológicos sobre la periodontitis muestran que la

incidencia y el progreso de la enfermedad periodontal aumentan gradualmente con la edad y una higiene bucal deficiente (Ugalde et al., 2017).

4.6.6 Reabsorción radicular

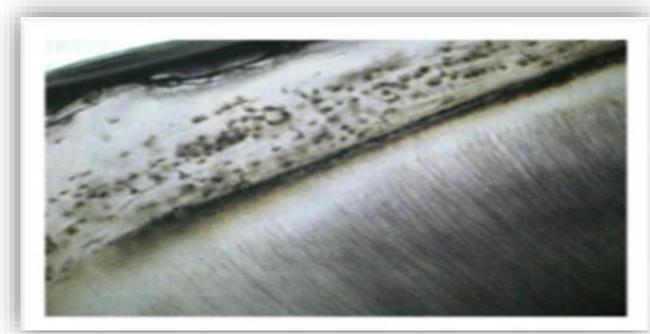
La reabsorción radicular encontrada en algunos dientes se produce como consecuencia de un mecanismo de respuestas al movimiento de masa continuo prolongado del diente o a grandes fuerzas ortodónticas o movimientos intrusivos. Algunos autores sugieren que la reabsorción radicular ocurre con la edad, como sucede en los dientes deciduos, pero en menor proporción, aunque, no se ha podido demostrar exactamente una relación entre la edad y la reabsorción radicular (Salguero, 2017).

4.6.7 Aposición de cemento

El cemento cubre la superficie de la raíz de un diente, a veces cubriendo una pequeña porción de la corona. El cemento aumenta gradualmente en nuevas capas en el transcurso de la vida en la dentadura humana. El cemento crece linealmente y su espesor es proporcional a la edad, puede ser preciso para determinar la edad debido a su protección por el hueso y localización en el proceso alveolar. Las áreas apical e interarticular son las áreas con más depósito de cemento evidente en el tercio medio de la radicular y cervical (Tenorio, 2019).

Figura 8

Aposición de cemento



Nota: Microfotografía del aspecto del cemento secundario [Figura]. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10743.pdf.

4.6.8 Formación de dentina secundaria

La formación de dentina secundaria se forma gradualmente (a un ritmo más lento) y como respuesta a ciertos estímulos se deposita en el área pulpar. Se forma después de que se desarrollan las raíces. Tiene una estructura tubular pero irregularmente organizada. Se cree que se forma solo en respuesta a estímulos, pero se forma en pequeñas cantidades antes de la erupción dental (Villota, 2017).

A medida que esta dentina se deposita en sus paredes, la cavidad pulpar se contrae y sucede un fenómeno llamado recesión pulpar. La deposición de dentina secundaria se ha planteado como un bioindicador para estimar la edad en la identificación forense (Villota, 2017).

Figura 9

Formación de dentina secundaria



Nota: Cátedra de Histología [figura]. Recuperado de

https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/18503/1/Golubchin_Endodoncia.pdf

4.6.9 Aposición de dentina secundaria

El depósito de dentina secundaria se considera uno de los métodos más utilizados para la estimación de la edad en sujetos adultos. Este es un desarrollo gradual y continuo que solo cambiará debido a la caries o al desgaste. Se ha estudiado de dos formas: por radiografía y por seccionamiento dentario. Sin embargo, lo que se hace en la práctica es analizar la correlación de áreas entre la pulpa y el diente completo, por medio de métodos radiográficos. A menudo, por diferentes motivos, los dientes más estudiados son los caninos (Avendaño et al., 2009).

Al considerar el análisis de los marcadores dentales relacionados con la edad, Gustafson siguiendo el trabajo pionero de Bodecker, demostró que la deposición de dentina secundaria y la transparencia de la dentina de la raíz tenían la correlación más fuerte con la edad cronológica (Karkhanis et al., 2014).

Una vez completada la formación de la raíz, los cambios dentales progresivos, como la formación de dentina secundaria, pueden evaluarse radiográficamente basándose en el estrechamiento de la cámara pulpar. De este modo, se pueden adquirir medidas odontométricas y morfométricas para cuantificar la deposición de dentina secundaria y es la base de los métodos no invasivos de estimación de la edad adulta, como Kvaal et al. (1995) y Cameriere et al. (2012).

4.7 Métodos Radiográficos en adultos por aposición de dentina secundaria

4.7.1 Método de kvaal

Basado en una muestra noruega, Kvaal et al. (1995) sugirió un método que involucra mediciones de la longitud y el ancho de la cavidad pulpar y el diente en radiografías periapicales. Las proporciones entre la cavidad pulpar y las medidas de los dientes se correlacionaron con la edad, y se derivaron modelos de regresión para estimar la edad de sujetos adultos desconocidos (Özge et al., 2012). Kvaal et al. (1995) propuso un conjunto de medidas lineales, incluyendo la

longitud del diente, pulpa y raíz, además del ancho de la raíz y la cámara pulpar a diferentes niveles, en seis dientes diferentes: incisivos centrales superiores y laterales, y segundo premolar; y el incisivo lateral inferior, canino y primer premolar.

Se realizó un análisis de componentes principales en todas las proporciones, seguido de un análisis de regresión con la edad como variable dependiente y el componente principal como variable independiente. El análisis de componentes principales mostró que solo los dos primeros tenían una relación significativa con la edad, y que la media de todos los cocientes estaba muy cerca del primer componente

Figura 10

Medidas de kvaal

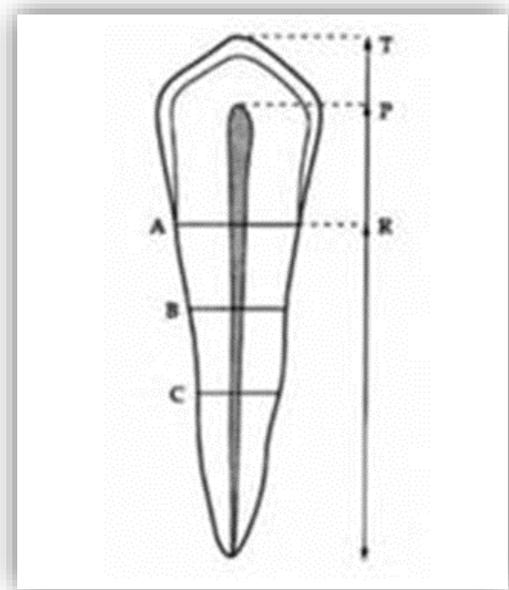


Diagrama que muestra las mediciones que se realizan para determinar la edad de los individuos. [imagen]. (2017).

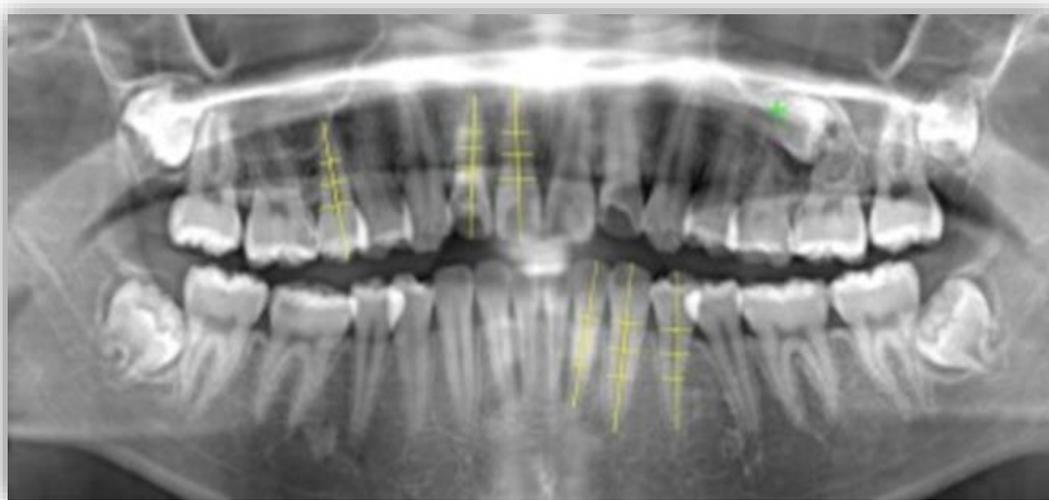
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121246X2017000200173&script=sci_arttext&tlng=es.

4.7.2 Método de kvaal modificado

Paewinsky et al. (2005) modificaron este método de kvaal mediante el uso de radiografías panorámicas digitalizadas y desarrolló nuevos modelos de regresión (Özge et al., 2012).

Figura 11

Método de kvaal en radiografías panorámicas



Nota: Medidas tomadas de OPG dental usando ImageJ [figura]. Recuperado de <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S1344622318302864>

4.7.3 Método de Cameriere

Cameriere (2007) realizó este estudio para verificar las posibles aplicaciones de la relación área pulpa/diente en imágenes periapicales como indicador de la edad. Utilizó una muestra total de 200 radiografías periapicales de caninos superiores e inferiores, obtenidas de restos óseos de 57 hombres y 43 mujeres, entre 20 y 79 años (Perdomo, 2014).

Evaluaron la madurez de los dientes midiendo el área pulpa/diente de los caninos, creando ecuaciones de regresión para los caninos inferior (x2), superior (x1) y combinado (x1x2). Se realizó un análisis estadístico para obtener ecuación de regresión múltiple para el cálculo de la edad dental, con la edad cronológica como variable dependiente y el sexo y los caninos superiores e inferiores como variables independientes (Perdomo, 2014).

4.8 Antecedentes

Se realizó una revisión de la literatura donde se encontraron los antecedentes más relevantes, los cuales serán mencionados en orden cronológico de la siguiente manera:

Chandar et al. (2020) determinaron la validez y confiabilidad del método Kvaal para estimar la edad en una muestra de población, con el fin de correlacionar la edad cronológica y la edad estimada con el método de Kvaal en la población del norte de India utilizando 100 radiografías panorámicas digitales de participantes con edades entre los 20 y los 70 años.

El método que se realizó fue calcular las fórmulas de regresión basadas en análisis estadístico y se derivaron diferentes fórmulas de regresión para los seis dientes, es decir, tres dientes maxilares y tres dientes mandibulares, se realizó un análisis de regresión adicional para obtener una ecuación de regresión específica de la población. De acuerdo con los resultados se observó que el coeficiente de determinación es más alto para el canino mandibular, lo que indica que la edad se puede estimar mejor con este diente.

Sehrawat et al. (2020) realizaron la aplicación del método radiológico de Kvaal para la estimación de la edad dental de restos esqueléticos de Ajnala: en un estudio de validación cruzada. El objetivo principal del presente estudio fue evaluar la utilidad de las radiografías dentales periapicales para las estimaciones de la edad al morir utilizando el método de Kvaal, utilizando todos los caninos intactos disponibles recuperados del conjunto esquelético, En el

método de Kvaal se aplicó a radiografías periapicales de caninos para estimar los umbrales de edad probables de los restos esqueléticos humanos desconocidos excavados en un pozo abandonado en Ajnala (Amritsar, India). Para mostrar que el 98,6% de los dientes de Ajnala pertenecían a individuos adultos dentro de los rangos de edad de 18 a 60 años; con una edad media de 31,6 años.

Singala et al. (2019) evaluaron la edad mediante las medidas modificadas de kvaal , utilizando software de imagen asistido por computadora y parámetros digitales en la población de Haryana; se calcularon las relaciones de varias mediciones de forma vertical y horizontal para verificar el aumento y la angulación de las radiografías aplicando el coeficiente de correlación de Pearson entre la edad cronológica y las variables para cada diente, encontrando que el segundo premolar maxilar es un buen predictor de la edad.

Mu-JiaLia et al. (2019) realizaron la aplicación del método Kvaal para la estimación de la edad mediante radiografías panorámicas digitales de individuos chinos, este estudio tuvo como objetivo verificar la aplicabilidad del método Kvaal para estimar las edades de la población china y formular ecuaciones de regresión específicas para su uso en sujetos chinos, se seleccionó al azar una muestra de 360 radiografías de la población entre los 20 y los 65 años.

Para cada diente, se realizaron seis mediciones de longitud y ancho: longitud máxima del diente, longitud de la pulpa, longitud de la raíz, ancho de la raíz y la pulpa en el ECJ (nivel A), a medio camino entre el ECJ y el nivel de la raíz media (nivel B) y el nivel de la raíz media (nivel C). Concluyeron que las proporciones relacionadas con la longitud no se correlacionaron significativamente con la edad, por lo que la ecuación de estimación de la edad específica de China se obtuvo solo utilizando la proporción de ancho, que fue similar a los resultados de Paewinsky. Entre las razones de ancho, mostraron una correlación relativamente alta con la edad,

ambas fueron seleccionadas como variables independientes para la ecuación de estimación de la edad, la medición de las proporciones en los dientes caninos mandibulares se comportó mejor en comparación con otro tipo de dientes.

Akay et al. (2017) aplicaron el método de kvaal y la relación pulpa / volumen dental para la estimación de la edad en una población adulta turca, sobre una muestra de 211 dientes unirradiculares, de 134 pacientes con edades comprendidas entre los 16 y los 71 años. En el estudio encontraron diferencias de correlación entre la edad cronológica y el análisis de Pearson para los parámetros de kvaal, por esta razón se utilizó una fórmula modificada para determinar la edad estimada, también se evaluó la cantidad de dentina secundaria con imágenes tridimensionales teniendo resultados significativos.

Roh et al. (2017) realizaron la aplicación del método Kvaal para estimar la edad de sujetos coreanos vivos mediante radiografías panorámicas digitales, se incluyeron 266 sujetos coreanos (de 21 a 69 años de edad), teniendo en cuenta el tamaño y el ancho de la pulpa de seis tipos de dientes (incisivo central superior, incisivo lateral, segundo premolar, incisivo lateral mandibular, canino y primer premolar), se midieron en radiografías panorámicas digitales según el método de Kvaal.

Por otra parte, los datos recopilados se analizaron utilizando el software SPSS, calculando las correlaciones de Pearson entre cada razón de mediciones y la edad cronológica, analizando la diferencia entre las edades estimadas según los métodos de Kvaal y Paewinsky y las edades reales. Como resultado, presentó diferencias significativas entre las edades estimadas y reales con ambos métodos.

Marroquín et al. (2016) realizaron la aplicación del método Kvaal para la estimación de la edad dental en adultos mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). El

propósito de este estudio fue aplicar el método de Kvaal et al. para la estimación de la edad dental. Para ello, se utilizaron 101 imágenes CBCT de una población de Malasia. El cincuenta y cinco por ciento eran mujeres ($n = 55$) y el cuarenta y cinco por ciento eran hombres ($n = 45$). Se calcularon las medidas y las relaciones de ancho de pulpa / raíz de Kvaal en las caras buco lingual y mesio-distal del diente. Hubo una clara y significativa correlación negativa entre la edad y las proporciones pulpa / diente en todos los conjuntos de datos. Concluyeron que el uso de tomografías en este estudio, aplicando el método de Kvaal et al., no mejoró los resultados.

Marroquín et al. (2016) determinaron la efectividad del método de kvaal en jóvenes de 12 a 23 años en una población de Australia Occidental con radiografías panorámicas de alta calidad, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la fuerza de la correlación entre la edad y las proporciones dentales con base en la prueba de kvaal. Concluyeron que la estimación de edad en individuos jóvenes amplía el rango de edades con relación a la producción de dentina secundaria y disminución de la cámara pulpar. Esto también presenta la oportunidad de examinar la aplicación de este método en otros grupos de población juvenil.

Patil et al. (2014) realizaron la estimación de la edad mediante la técnica de Kvaal en una muestra de población india, para establecer la necesidad de fórmulas locales basadas en la India, cuyo objetivo fue evaluar la precisión de la fórmula de estimación de edad de Kvaal y coautores desarrollada para la población noruega. Sobre (1-100) sujetos entre grupos de edad de 20 y 50 años. El método del estudio se basó en la toma de radiografías periapicales intraorales digitalizadas (IOPA) de los incisivos centrales superiores y se midió la longitud y el ancho de los dientes y se calcularon sus proporciones y se aplicaron a la fórmula de Kvaal y coautores.

De acuerdo a los resultados utilizando la fórmula de Kvaal, el error estándar de la edad estimada fue mayor en la muestra de población india en comparación con la población noruega.

En este estudio concluyeron que la fórmula que se derivó de la población noruega no es aplicable a la muestra de la población india.

Karkhanis et al. (2014) realizaron estándares de estimación de edad para una población de Australia Occidental utilizando la técnica de estimación de edad dental desarrollada por Kvaal et al, se seleccionaron 143 mujeres y 136 hombres en individuos australianos. Utilizaron dos softwares diferentes como el ImageJ y el software de visualización OPG, midiendo las longitudes del diente, pulpa y raíz, calculando el coeficiente de Pearson para explorar el grado de asociación lineal entre la edad cronológica y las proporcionales. Concluyeron que los modelos de regresión presentados en el estudio tienen una aplicación forense potencial para clasificar con precisión a un individuo de Australia Occidental en uno de los tres grupos de edad definidos: adulto joven (20-34 años), adulto medio (35-49 años) y adulto mayor (50 + años).

Misirlioglu et al. (2013) realizaron un estudio sobre la estimación de la edad utilizando la relación pulpa / área dental del canino maxilar, con una aplicación de los métodos de Kvaal en ortopantomografías digitales en una muestra turca, con el objetivo de probar la aplicabilidad del método de Kvaal y para desarrollar una nueva fórmula para medir las relaciones pulpa / área dental de los dientes caninos superiores, seleccionando un grupo de estudio de 68 mujeres (60%) y 46 hombres (40%) , que tenían una radiografía periapical de un canino maxilar y una ortopantomografía en la base de datos.

Se calcularon las correlaciones entre la edad real y las variables morfológicas para todos los dientes utilizando el coeficiente de correlación de Pearson y concluyeron que las ecuaciones presentadas en el estudio dieron resultados más precisos que las ecuaciones originales de Kvaal y pueden considerarse más adecuadas para una población turca.

Erdudak et al. (2012) aplicaron el método de estimación de edad de kvaal en radiografías panorámicas de individuos turcos, con el objetivo de evaluar la correlación entre la edad cronológica y la estimada, utilizando el método de kvaal y el modelo modificado de Paewinsky, con radiografías panorámicas. También evaluaron si las mediciones de la longitud y el ancho de la cavidad pulpar se pueden utilizar para estimar la edad, el estudio se realizó a 75 mujeres y 48 hombres, con edades comprendidas entre los 14 y los 57 años. De acuerdo, a los resultados se encontró que la longitud y el ancho de la cavidad pulpar, medidos según el método de Kvaal utilizando radiografías panorámicas, fueron insuficientes para estimar con precisión la edad de los individuos turcos y se observaron grandes diferencias entre edades cronológicas y estimadas.

Bosmans et al. (2005) realizaron la aplicación de la técnica de cálculo de la edad dental de Kvaal en radiografías dentales panorámicas, El objetivo del presente estudio fue aplicar la técnica de Kvaal en ortopantomografías digitales de adultos y evaluar si este enfoque conduce a resultados estadísticamente comparables y reproducibles, Las radiografías fueron realizadas a 197 individuos caucásicos con un rango de edad de 19 a 75 años.

El resultado de este estudio encontró que cuando se calculó la edad con base en las medidas de los seis dientes o de los tres dientes mandibulares, no se encontraron diferencias significativas entre la edad real y la calculada. Por otra parte, en todos los demás casos, el uso de los dientes individuales por separado o el uso de los tres dientes superiores, el análisis estadístico reveló diferencias significativas.

Kvaal et al. (1995) realizaron la estimación de la edad de adultos a partir de radiografías dentales, cuyo objetivo fue encontrar un método que pudiera ser utilizado para estimar la edad cronológica de un adulto a partir de medidas del tamaño de la pulpa en radiografías dentales. El método utilizado consistió en mediciones radiográficas de seis tipos de dientes de cada

mandíbula: central y laterales incisivos y segundos premolares e incisivos laterales mandibulares, caninos y primeros premolares, en los cuales se calcularon las siguientes relaciones: longitud pulpa / raíz, longitud pulpa / diente, longitud diente / raíz y ancho de pulpa / raíz en tres niveles diferentes. Concluyeron que el coeficiente entre la edad y las diferentes proporciones para cada tipo de diente fue significativo, excepto para la relación entre la longitud del diente y la raíz, además las fórmulas presentadas, deben ser probadas en otra muestra independiente y las predicciones también podrían probarse en radiografías panorámicas.

5. Diseño Metodológico

5.1 Tipo de estudio: Observacional analítico

5.2 Población: Radiografías panorámicas de pacientes de las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad Antonio Nariño, sede Circunvalar y Sur, adultos entre 18 y 60 años de edad, atendidos entre 2020 y 2021.

5.3 Muestreo: No probabilístico a conveniencia

5.3.1 Muestra: Radiografías panorámicas de pacientes que cumplan los criterios de inclusión

5.4 Criterios de inclusión

- Radiografías de pacientes de clínicas de la facultad de odontología UAN, entre 18 y 60 años de edad.
- Radiografías de pacientes con dientes sanos que no presenten caries, trastornos sistémicos, erupción normal y ninguna condición patológica.

5.5 Criterios de exclusión

- Radiografías de pacientes con antecedentes de restauraciones, endodoncia, ortodoncia, traumas dentales, malposiciones, caries que comprometen la pulpa, enfermedades periodontales, patologías, dilaceración radicular o imágenes radiográficas con poca nitidez.

5.6 Variables del estudio

Tabla 1

Descripción de las Variables del Estudio

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Naturaleza	Escala de medición
Edad Cronológica	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento del individuo (Hilario, 2018)	La edad cronológica se establece a través de la diferencia entre la fecha de toma radiográfica con la fecha de nacimiento. Se determinará con decimales (Hilario, 2018)	Variable dependiente	Cuantitativa	Continua
Sexo	Diferencia la identidad femenina de masculino, así como las múltiples características que con llevan (Novoa, 2012)	Sexo biológico	Variable Independiente	Cualitativa	Nominal
Longitud máxima del diente (T)	Relación entre longitud del diente y raíz (Özge et al., 2012)	Relación (diente/raíz)	Variable Independiente	Cuantitativa	continua
Longitud máxima de la pulpa (P)	Relación longitud pulpa/raíz (Özge et al., 2012)	Relación (pulpa/raíz)	Variable Independiente	Cuantitativa	continua
Longitud máxima de la raíz (R)	Relación longitud pulpa/diente (Özge et al., 2012)	Relación (pulpa/diente)	Variable Independiente	Cuantitativa	continua
Nivel A	Anchura de la raíz y la pulpa en la unión cemento-esmalte (Özge et al., 2012)	Relación (anchura pulpa/raíz)	Variable Independiente	Cuantitativa	continua
Nivel B	Ancho de raíz y pulpa a mitad de camino entre los niveles A y C (Özge et al., 2012)	Relación (anchura pulpa/raíz)	Variable Independiente	Cuantitativa	continua
Nivel C	ancho de raíz y pulpa a nivel medio de la raíz (Özge et al., 2012)	Relación (anchura pulpa/raíz)	Variable Independiente	Cuantitativa	continua

5.7 Descripción del procedimiento

- Se seleccionaron las radiografías panorámicas de los pacientes de la clínica de la Facultad de Odontología UAN de acuerdo a los criterios de inclusión.
- Se recolectaron los datos en Excel de cada historia clínica, registrando número de historia clínica, edad, sexo, fecha de nacimiento y fecha de radiografía.
- Se determinó la edad cronológica del paciente, restando la fecha de toma de la radiografía con la fecha de nacimiento. La edad se expresa en decimales.
- Todas las radiografías panorámicas seleccionadas se cargaron y midieron utilizando el programa de procesamiento de imágenes ImageJ.
- Se definieron los puntos de referencia en las imágenes de los dientes y se realizó un proceso de estandarización, entrenamiento y calibración de los operadores.
- Se determinó el error intraoperador e interoperador.
- Las mediciones se realizaron en seis dientes (incisivos centrales y laterales superiores, segundo premolar superior, incisivo lateral mandibular, canino mandibular, primer premolar mandibular) con el programa Imagej.
- Los dientes se seleccionaron del lado derecho o izquierdo de la mandíbula, dependiendo de la nitidez de las imágenes radiográficas.
- Para cada diente se realizó nueve mediciones en centímetros (ver tabla 2) de longitud y ancho: longitud máxima del diente (T'), longitud máxima de la pulpa (P'), longitud de la raíz en la superficie mesial desde la unión amelo cementaria (CEJ) hasta el ápice de la raíz (R'), Y el ancho de raíz y diente en el CEJ (nivel A), en el nivel de la raíz media (nivel C) y en el punto medio entre el CEJ y el nivel de la raíz media (nivel B). Ver figuras 12-19.

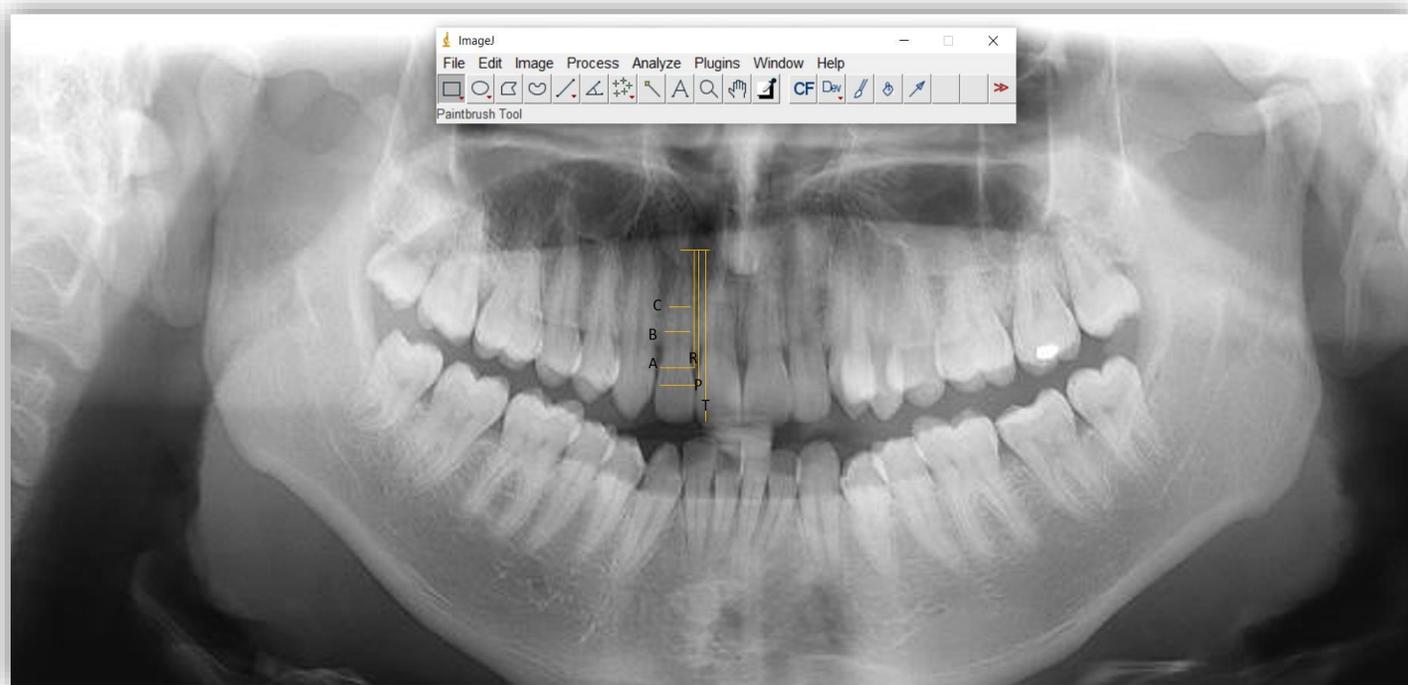
- Con estas medidas se establecieron las variables de la siguiente manera **T**: Relación entre longitud del diente y raíz (diente/raíz); **R**: Relación longitud pulpa/diente; **P**: Relación longitud pulpa/raíz; y relación anchura pulpa/raíz en los tres niveles (**A**, **B** y **C**, según la metodología de Özge et al. (2012).
- Todas las variables se calcularon por separado para cada diente.
- Los datos fueron registrado en una hoja de cálculo de Excel.

Tabla 2*Medidas de kvaal*

Nombre del punto	Descripción de la ubicación	Especificaciones
Longitud máxima del diente (T)	Longitud de la raíz en la superficie mesial desde la intersección cemento-esmalte (CEJ) hasta el ápice de la raíz (Sehrawat y Singh, 2020).	Distancia desde la punta de la cúspide hasta el ápice de la raíz.
Longitud máxima de la pulpa (P)	Longitud de la pulpa desde superficie mesial entre el punto más alto de la región pulpar en la corona hasta el ápice de la raíz (Sehrawat y Singh, 2020).	Distancia desde el cuerno pulpar hasta el ápice de la raíz.
Longitud máxima de la raíz (R)	Distancia desde la unión cemento-esmalte en la cara mesial hasta el ápice de la raíz (Sehrawat y Singh, 2020).	
Nivel A	Los anchos de la pulpa y los dientes se miden en la unión cemento-esmalte (CEJ) (Sehrawat y Singh, 2020).	El nivel de la unión cemento-esmalte (CEJ).
Nivel B	Ancho de la pulpa a medio camino entre el CEJ y el nivel de la raíz media (Sehrawat y Singh, 2020).	Punto medio entre los niveles A y C.
Nivel C	Los anchos de la pulpa y los dientes se miden en el nivel medio de la raíz (Sehrawat y Singh, 2020).	Nivel medio de la raíz (o punto medio) entre el CEJ y el ápice de la raíz.

Figura 12

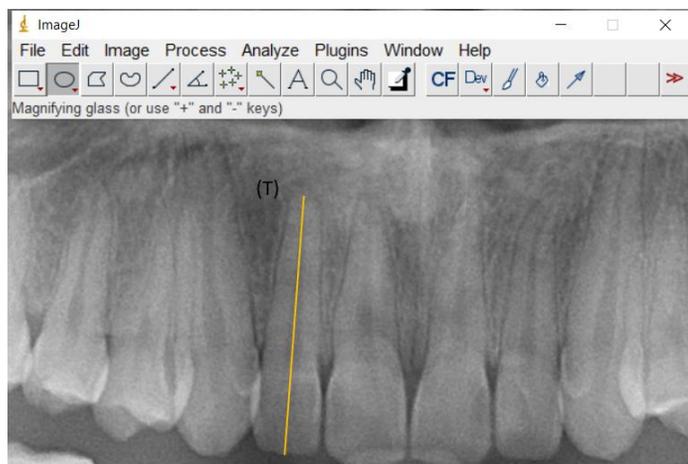
Ubicación de medidas de kvaal en el programa image j



- La longitud máxima del diente (T), se tomó la distancia desde el borde incisal o la punta de la cúspide hasta el ápice de la raíz.

Figura 13

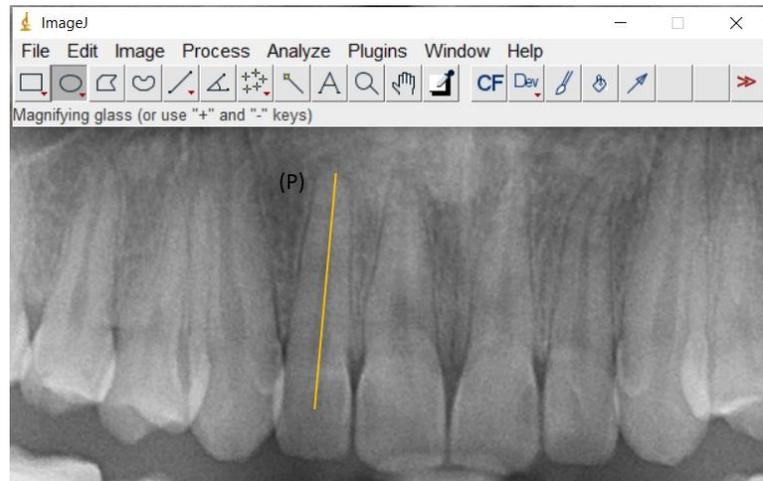
Longitud máxima del diente (T)



- La longitud máxima de la pulpa (P), se tomó la distancia desde el cuerno pulpar hasta el ápice de la raíz.

Figura 14

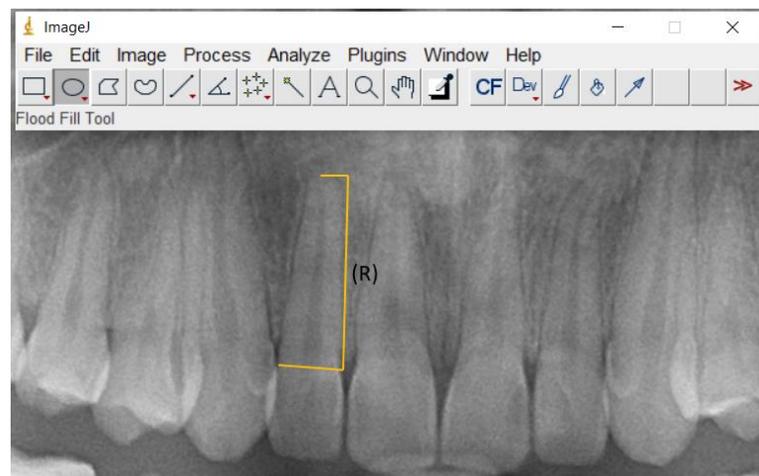
Longitud máxima de la pulpa (P)



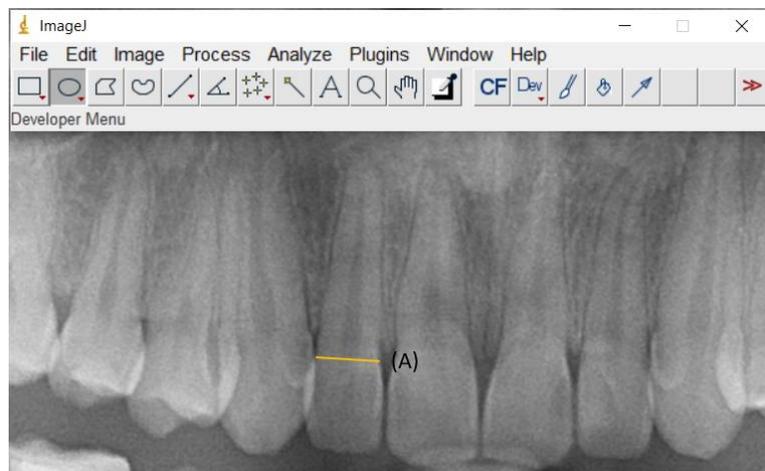
- La longitud máxima de la raíz (R), se tomó la distancia desde la unión cemento-esmalte en la cara mesial hasta el ápice de la raíz.

Figura 15

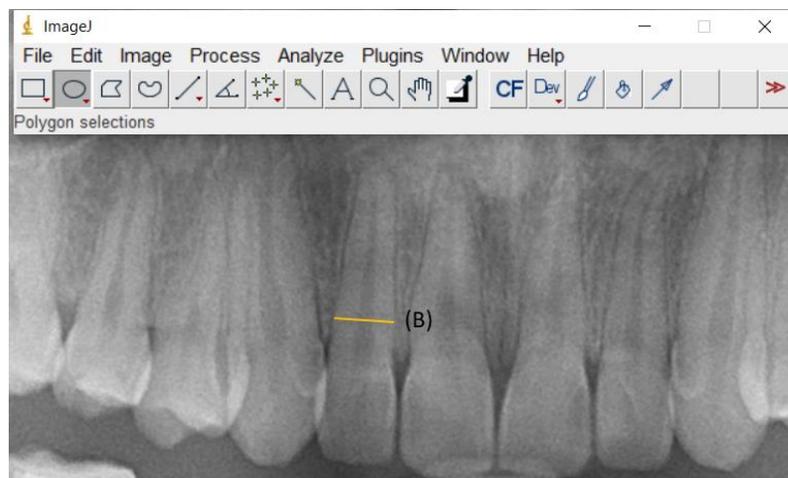
Longitud máxima de la raíz (R)



- El nivel A, se tomó a nivel de la unión cemento-esmalte(CEJ).

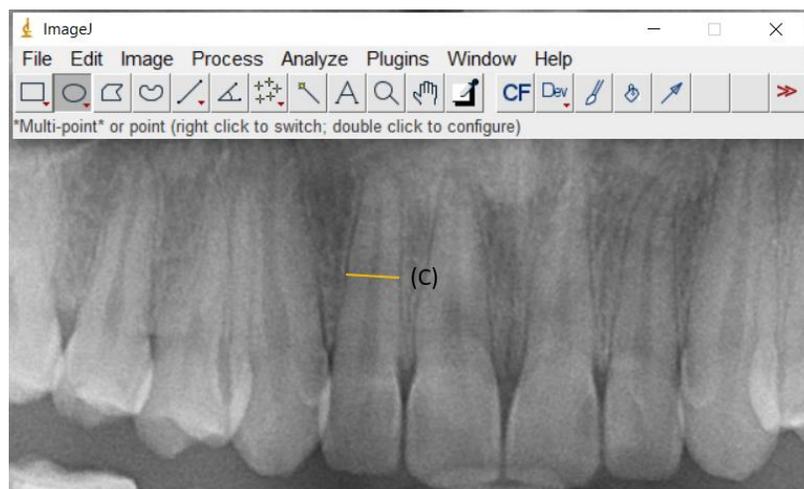
Figura 16*Nivel A*

- El nivel B, se tomó en el punto medio entre los niveles A y C.

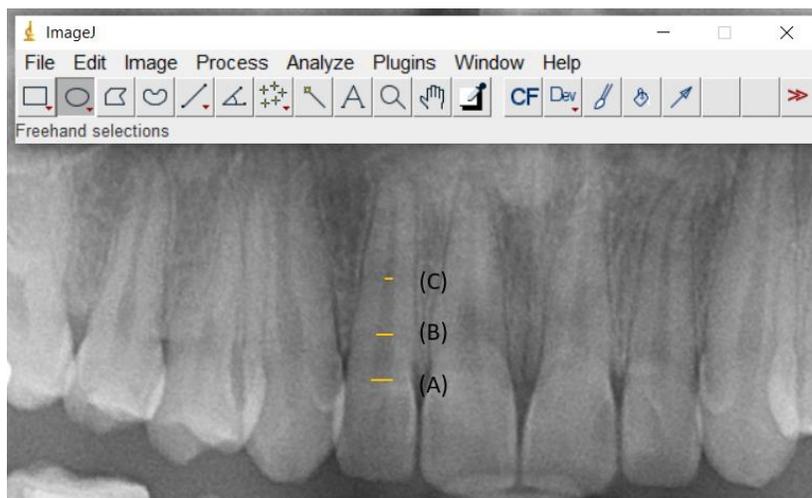
Figura 17*Nivel B*

- El nivel C, se tomó el nivel medio de la raíz (o punto medio) entre el CEJ y el ápice de la raíz.

Figura 18

Nivel C

- Se realizó la medición del ancho de pulpa en tres niveles diferentes.

Figura 19*Ancho de pulpa en tres niveles*

5.8 Análisis de los datos

Se evaluó la confiabilidad intraobservador e interobservador de las mediciones con el coeficiente de correlación intraclase (CCI). Para las variables cuantitativas, se realizó mediante el coeficiente de correlación de Pearson, para explorar el grado de asociación lineal entre la edad cronológica y las proporciones dentales de Kvaal. Se determinaron modelos de regresión lineal teniendo en cuenta las variables y los diferentes tipos de dientes.

5.9 Aspectos Éticos de la Investigación

Esta investigación según la resolución No. 008430 de 1993 por medio de la cual se establecieron las normas académicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud (Ministerio de Salud y Protección Social, 1993). Se clasifica como una investigación sin riesgo según el **Artículo 11**, ya que el método de investigación no tiene ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de las radiografías panorámicas tomadas de los individuos en el presente estudio.

6. Resultados

6.1 Descripción de la muestra

Se realizaron las medidas de 100 radiografías panorámicas (18 a 60 años) del mismo número de individuos; el grupo de mayor representación fue el de 18-34 años con un 67%, seguido de las edades de 35-49 años con un porcentaje de 30%, el grupo de menor representación fue el de >50 años con un porcentaje de 3% el total de radiografías evaluadas del sexo femenino fue de 58 y de sexo masculino de 42 (ver tabla 3).

Tabla 3

Clasificación de la muestra

<i>Rango de edad</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Hombres</i>	<i>Total</i>
18-34 años	36	31	67 %
35-49 años	20	10	30 %
>50 años	2	1	3 %
Total	58	42	100 %

6.2 Determinación del error en el método

El Coeficiente de Correlación Intraclase para el error interobservador fue de 0.93 y la confiabilidad de las mediciones observadores fue de 0.97 con un intervalo de confianza del 95%.

6.3 Estadísticos descriptivos de las variables por sexo

Se muestran las medias y desviación estándar de acuerdo al sexo para las variables calculadas por diente. Para el diente 11/21-12/22 ver tabla 4; para el diente 15/25-32/42 ver tabla 5 y para el diente 32/42-33/43 ver tabla 6.

Tabla 4

Análisis descriptivo de las variables por sexo dientes 11/21-12/22

<i>Variable</i>	<i>Masculino</i>		<i>Femenino</i>	
<i>Diente</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
11/21 P	1,1327	10493	1,1424	08689
11/21 T	1,6274	13812	1,6297	15110
11/21 R	69984	07941	70458	06137
11/21 A	24697	07865	26372	07080
11/21 B	19970	08047	20482	05904
11/21 C	15228	05721	16081	05637
12/22 P	1,1416	09044	1,1326	08707
12/22 T	1,5663	10534	1,5563	09666
12/22 R	73124	06651	72854	04854
12/22 A	21428	07322	24037	06562
12/22 B	18176	07598	18372	04981
12/22 C	14280	05710	16482	09108

Tabla 5

Análisis descriptivo de las variables por sexo dientes 15/25-32/42

<i>Variable</i>	<i>Masculino</i>		<i>Femenino</i>	
<i>Diente</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>

15/25 P	1,1094	07967	1,0862	09445
15/25 T	1,5906	11777	1,6038	11876
15/25 R	69920	04909	67783	04072
15/25 A	202,82	77,424	216,32	61,630
15/25 B	16214	08408	17333	05886
15/25 C	12843	06622	13316	04844
32/42 P	1,1158	27945	1,1091	27003
32/42 T	1,5053	36889	1,4639	35886
32/42 R	74274	05507	76129	05244
32/42 A	21900	09504	20063	05738
32/42 B	16510	05492	16132	04513
32/42 C	13537	13537	14046	05628

Tabla 6

Análisis descriptivo de las variables por sexo dientes 32/42-33/43

<i>Variable</i>	<i>Masculino</i>		<i>Femenino</i>	
<i>Diente</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
33/43 P	1,1963	23958	1,1280	05215
33/43 T	1,5503	40861	1,4594	07124
33/43 R	77800	04468	77374	03328
33/43 A	16974	05256	18121	05242
33/43 B	16708	05279	17540	12032
33/43 C	14777	14777	14936	06324
34/44 P	1,2001	30991	1,1958	24577
34/44 T				

	1,5926	42349	1,5677	32422
34/44 R	75486	03269	76398	03601
34/44 A	20575	13603	18864	05783
34/44 B	16423	05311	18580	12173
34/44 C	15036	06749	14732	05906

6.4 Prueba de normalidad kolmogorov – smirnov

Para determinar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov- Smirnov, con la finalidad de verificar si existe una distribución normal de los datos. El valor de significancia fue $P < 0.05$ en la mayoría de las variables por lo que se asumió que la distribución de los datos no es normal y deben utilizarse pruebas no paramétricas para la comparación entre los grupos. Para el diente 11/21-12/22 (ver tabla 7) para el diente 15/25-32/42 (ver tabla 8) y para el diente 32/42-33/43 (ver tabla 9).

Tabla 7

Estadística de normalidad según el sexo dientes 11/21-12/22

Sexo	Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estadístico	gl	Sig.	
P11/21	1	,069	42	,200*
	2	,075	56	,200*
T11/21	1	,124	42	,102
	2	,118	56	,051
R11/21	1	,129	42	,076
	2	,089	56	,200*
A11/21	1	,099	42	,200*
	2	,106	56	,183
B11/21	1	,098	42	,200*
	2	,136	56	,012
C11/21	1	,087	42	,200*
	2	,103	56	,200*
P12/22	1	,075	42	,200*
	2	,119	56	,046
T12/22	1	,125	42	,097
	2	,094	56	,200*

R12/22	1	,121	42	,128
	2	,079	56	,200*
A12/22	1	,103	42	,200*
	2	,069	56	,200*
B12/22	1	,096	42	,200*
	2	,062	56	,200*
C12/22	1	,138	42	,042
	2	,194	56	,000

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Tabla 8

Estadística de normalidad según el sexo dientes 15/25-32/42

Sexo	Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estadístico	gl	Sig.	
P15/25	1	,125	42	,097
	2	,041	58	,200*
T15/25	1	,115	42	,186
	2	,058	58	,200*
R15/25	1	,074	42	,200*
	2	,136	58	,009
A15/25	1	,079	42	,200*
	2	,084	58	,200*
B15/25	1	,128	42	,082
	2	,106	58	,160
C15/25	1	,126	42	,089
	2	,092	58	,200*
P32/42	1	,314	42	,000
	2	,357	58	,000
T32/42	1	,316	42	,000
	2	,354	58	,000
R32/42	1	,142	42	,033
	2	,102	58	,200*
A32/42	1	,163	42	,007
	2	,091	58	,200*
B32/42	1	,112	42	,200*
	2	,112	58	,068
C32/42	1	,085	42	,200*
	2	,069	58	,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Tabla 9

Estadística de normalidad según el sexo dientes 33/43-34/44

Sexo	Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estadístico	gl	Sig.	
P33/43	1	,317	41	,000

	2	,108	58	,087
T33/43	1	,358	41	,000
	2	,061	58	,200*
R33/43	1	,114	41	,200*
	2	,071	58	,200*
A33/43	1	,083	41	,200*
	2	,084	58	,200*
B33/43	1	,116	41	,179
	2	,270	58	,000
C33/43	1	,069	41	,200*
	2	,199	58	,000
P34/44	1	,359	41	,000
	2	,316	58	,000
T34/44	1	,348	41	,000
	2	,305	58	,000
R34/44	1	,101	41	,200*
	2	,069	58	,200*
A34/44	1	,260	41	,000
	2	,094	58	,200*
B34/44	1	,172	41	,004
	2	,244	58	,000
C34/44	1	,139	41	,043
	2	,096	58	,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

6.5 Comparación de las variables entre el sexo femenino y masculino

Como los datos presentaban una distribución anormal, se realiza una comparación en cuanto al sexo con pruebas no paramétricas U de Mann Whitney.

Se encontró diferencia estadísticamente significativa en la variable longitud máxima de la pulpa en el diente 33/43 que presenta un valor de $P=,011$; por el contrario, para las demás variables no existe una diferencia estadísticamente significativa, mostrando la misma distribución entre las categorías. En la tabla 10 se muestran los valores de p para los dientes superiores y en tabla 11 para los dientes inferiores.

Tabla 10

Prueba no paramétrica comparación hombres/mujeres dientes 11/21-12/22-15/25

Variables	sig (P)
P 11/21	,650
T 11/21	,911
R 11/21	,818
A 11/21	,430
B 11/21	,853
C 11/21	,678
P 12/22	,950
T 12/22	,507
R 12/22	,972
A 12/22	,060
B 12/22	,414
C 12/22	,184
P 15/25	,190
T 15/25	,455
R 15/25	,053
A 15/25	,270
B 15/25	,204
C 15/25	,355

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es 0,5.

Tabla 11

Prueba no paramétrica comparación hombres/mujeres dientes 32/42-33/43-34/44

Variables	Sig(P)
P 32/42	,630
T 32/42	,232
R 32/42	,096
A 32/42	,655
B 32/42	,967
C 32/42	,732
P 33/43	,011
T 33/43	,142
R 33/43	,553
A 33/43	,267
B 33/43	,553
C 33/43	,368
P 34/44	,572
T 34/44	,680
R 34/44	,230
A 34/44	,922
B 34/44	,248
C 34/44	,933

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es 0,5.

6.6 Correlación entre las variables

Para determinar la relación de las variables con la edad se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, en el cual se encontró que la variable A12/22 presenta una mayor correlación con la edad cronológica con un valor de $-,367$ ($p=,000$); seguido de otras variables significativas entre los cuales esta B11/21 con un valor de $-,312$ ($P=,002$), B15/25 con un valor de $-,280$ ($P=,005$), B12/22 con un valor de $-,260$ ($P=,009$) (ver tabla 12).

Tabla 12

Estadística de coeficiente de correlación de spearman dientes 11/21-12/22-15/25

Variables	Coefficiente de correlación	Sig.
P11/21	$-,130$	$,197$
T11/21	$-,142$	$,157$
R11/21	$,001$	$,995$
A11/21	$-,197$	$,049$
B11/21	$-,312$	$,002$
C11/21	$-,151$	$,134$
P12/22	$-,137$	$,176$
T12/22	$-,090$	$,374$
R12/22	$-,069$	$,494$
A12/22	$-,367$	$,000$
B12/22	$-,260$	$,009$
C12/22	$-,223$	$,026$
P15/25	$,015$	$,882$
T15/25	$,019$	$,852$
R15/25	$,014$	$,889$
A15/25	$-,175$	$,082$
B15/25	$-,280$	$,005$
C15/25	$-,204$	$,042$

Igualmente, para las variables B34/44 con un valor de $-,368$ ($P=,000$), C34/44 con un valor de $-,288$ ($P=,004$), T33/43 con un valor de $-,280$ ($P=,005$), A34/44 con un valor de $-,274$ ($P=,006$) (ver tabla 13).

Tabla 13

Estadística de coeficiente de correlación de spearman dientes 32/42-33/43-34/44

Variables	Coefficiente de correlación	Sig.
P32/42	-,105	,298
T32/42	-,221	,027
R32/42	,151	,132
A32/42	-,218	,029
B32/42	-,023	,818
C32/42	-,085	,400
P33/43	-,095	,347
T33/43	-,280	,005
R33/43	,153	,128
A33/43	-,242	,015
B33/43	-,258	,010
C33/43	-,231	,021
P34/44	-,035	,731
T34/44	-,193	,055
R34/44	,207	,038
A34/44	-,274	,006
B34/44	-,368	,000
C34/44	-,288	,004

6.7 Modelo de regresión lineal

En primer lugar, se establecieron las ecuaciones separadas para cada diente superior e inferior, donde se encontró que el máximo coeficiente de determinación (r^2) resulto de la ecuación de Nivel A en el incisivo lateral superior (,102) y la ecuación a Nivel C y T en el primer premolar inferior (,136) (ver tabla 14).

En segundo lugar, se establecieron tres modelos de regresión lineal para determinar la edad de los individuos, se determinó que los tres modelos presentaron un valor estadísticamente significativo de $P < 0,05$. Las variables seleccionadas para los modelos fueron nivel A en el incisivo lateral superior, longitud máxima del diente en el incisivo central superior y nivel C en el primer premolar inferior (ver tabla 15).

Tabla 14*Ecuaciones de regresión por diente*

Diente	Ecuación	r ²	r	S.E.E.
B11/21	Edad=39,223+B11/21(-40,335)	,084	,290	9,190392
A12/22	Edad=40,385+A12/22(-41,609)	,102	,319	8,671156
B15/25	Edad=37,052+B15/25(-35,276)	,068	,260	9,273862
A32/42	Edad=36,886+A32/42(-27,760)	,048	,220	9,369095
B33/43	Edad=34,840+B33/43(-21,738)	,049	,221	9,365249
B33/43	Edad=-4,182+B33/43(-21,279)	,090	,300	9,208564
R33/43	Edad=-4,182+R33/43(50,253)			
C34/44	Edad=38,202+C34/44(-47,053)	,095	,308	9,126736
C34/44	Edad=-5,812+C34/44(-41,007)	,136	,369	8,962872
R34/44	Edad=-5,812+R34/44(56,716)			

Tabla 15*Modelos de regresión lineal*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	41,032	3,023		13,574	,000	35,031	47,033
A12/22	-43,814	12,584	-,336	-3,482	,001	-68,797	-18,832
2 (Constante)	63,635	10,454		6,087	,000	42,878	84,392

	A12/22	-47,195	12,413	-,362	-3,802	,000	-71,841	-22,548
	T11/21	-13,400	5,944	-,215	-2,254	,026	-25,202	-1,598
3	(Constante)	68,273	10,474		6,518	,000	47,473	89,073
	A12/22	-35,373	13,339	-,272	-2,652	,009	-61,860	-8,885
	T11/21	-14,912	5,872	-,239	-2,540	,013	-26,572	-3,252
	C34/44	-32,625	15,035	-,223	-2,170	,033	-62,481	-2,768

Tabla 16*Fórmulas de regresión lineal*

Ecuación	r^2	S.E.E.
Ecuación 1. Edad = 41.032 + A12/22 (-43.814)	,113	8,602720
Ecuación 2. Edad = 63,635 + A12/22 (-47,195)	,159	8,423646
Edad = 63,635 + T11/21 (-13,400)		8,423646
Ecuación 3. Edad = 68,273 + A12/22 (-35,373)	,199	8,262238
Edad = 68,273 + T11/21 (-14,912)		8,262238
Edad = 68,273 + C34/44 (-32,625)		8,262238

7. Discusión

El presente estudio tenía como objetivo principal determinar la precisión del método kvaal para la estimación de la edad dental, estas fueron realizadas en una muestra de radiografías panorámicas de individuos mestizos colombianos que estaban entre las edades de 18 a 60 años, se evaluaron 6 dientes (incisivo central superior, lateral superior, segundo premolar superior, incisivo lateral mandibular, canino mandibular y primer premolar inferior); para cada diente se realizaron 6 medidas, se midió la longitud máxima del diente (T), la longitud de la pulpa (P) y la longitud de la raíz (R) y para cada diente la porción radicular se dividió en tres niveles (A, B y C) y se midió el ancho de la raíz y la pulpa, para poder determinar las siguientes variables **T**: Relación (diente/raíz); **R**: Relación longitud pulpa/diente; **P**: Relación longitud pulpa/raíz; y relación anchura pulpa/raíz en los tres niveles (**A**, **B** y **C**), siguiendo la metodología de Özge et al. (2012).

En el resultado de esta investigación las variables que presentaron mayor correlación con la edad fueron en el nivel A del diente 12/22, nivel B del diente 11/21, nivel B del diente 15/25, nivel B del diente 12/22, nivel B del diente 34/44, nivel C del diente 34/44, longitud del diente (T) del 33/43 y nivel A del diente 34/44, esto difiera de los resultados según el estudio de (Özge et al., 2012) donde no se observó una correlación significativa entre la edad cronológica y los valores calculados, a excepción del incisivo lateral inferior a nivel P que represento una mayor correlación con la edad.

En nuestro estudio se realizó inicialmente ecuaciones por diente, donde se encontró que el máximo coeficiente de determinación (r^2) resulto de la ecuación de Nivel A en el incisivo lateral superior (,102) y la ecuación a Nivel C y T en el primer premolar inferior (,136), posteriormente se realizó tres modelos de regresión, en el cual se tomó como variables el nivel A, C Y T, en los dientes 12/22,11/21 y 34/44, los cuales presentaron un valor estadísticamente significativo con la edad, contrario al estudio realizado por (Jia Li et al., 2019) y (Chandan et al., 2020) en el que se tomó como variables la proporción de ancho de la pulpa de B y C (valor W) y solo se encontró correlación significativa con la edad en los valores del canino mandibular.

Por otro lado, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres a excepción de la variable P 33/43 con un valor un valor de $P=,011$; esto coincide con el estudio de Misirlioglu et al. (2013) donde no hubo una diferencia significativa respecto al sexo y la edad estimada y por lo tanto establecen ecuaciones para ambos grupos y no es necesario una formula específica para cada sexo, contrario al estudio de Avendaño et al. (2009) en donde el grupo de los hombres presento promedios de las mediciones mayores que en el de las mujeres.

Inicialmente el método original de kvaal fue desarrollado en radiografías periapicales, pero en nuestro estudio realizamos la modificación del método de kvaal en radiografías panorámicas ya que estas nos proporcionan mayor accesibilidad en la clínica odontológica y nos proporciona la visualización de todos los dientes como en estudio de (Paewinsky et al., 2005). En comparación con la radiografía periapical, las panorámicas mostraron algunas desventajas en la calidad de la imagen, como una menor capacidad de presentación de detalles, aumento desigual, distorsión para cada diente y superposición no deseada de la superficie proximal y otras estructuras cercanas (Erbudak et al., 2012). Además, estudios previos también señalaron que

definir los puntos de referencia en OPG digitales era más difícil porque necesitaba la cuantificación en píxeles a diferencia de radiografías periapicales (Landa et al., 2009).

Los resultados de este estudio apoyan las conclusiones de investigaciones previas en la que se demuestra que el método de kvaal puede ser un método útil y confiable para la estimación de la edad dental (Sehrawat y Singh., 2020; Chandan et al., 2020).

Sin embargo, este estudio presenta ciertas limitaciones, ya que presenta una muestra de población pequeña y no se pudo establecer grupos de edad con el mismo número de individuos sin poder obtener la misma igualdad que otros estudios, además no se obtuvo otra muestra para validar las formulas planteadas y determinar el verdadero error. Asimismo, al momento de determinar las proporciones de ancho de la raíz y la pulpa en los niveles B y C, su localización era compleja creando dificultad para conocer con exactitud la relación con la edad, ya que puede haber variabilidad

Estas fórmulas, aunque son específicas en una muestra de población colombiana deben ser aplicadas con precaución, ya que deben ser validadas en una población diferente y en una muestra más grande, para poder garantizar y validar su error.

8. Conclusiones

- La relación anchura pulpa/raíz en los niveles A y C y relación diente/raíz (T) presentaron diferencias significativas para la estimación de la edad en los individuos.
- El diente incisivo lateral superior predice con mayor exactitud la edad, seguido del primer premolar inferior e incisivo central superior.
- Los tres modelos de regresión lineal presentados para la estimación de edad, presentaron un valor estadísticamente significativo y pueden emplearse como un método para determinar la edad de un individuo no identificado.
- No hubo diferencias estadísticamente significativas respecto al sexo, por lo tanto, no es necesario una fórmula específica para cada sexo.
- Los resultados de este estudio muestran que realmente la aposición de dentina secundaria en la cámara pulpar es un proceso fisiológico y que presenta una correlación con la edad, sin embargo, teniendo en cuenta que el estudio fue exploratorio, para lograr niveles de precisión más altos y confiables. Las observaciones del presente estudio justifican más estudios exploratorios en una muestra más grande para corroborar o negar los hallazgos.

9. Recomendaciones

- Se recomienda validar el método de kvaal en una población diferente con una muestra más amplia y con grupos de edades más equitativos.

Referencias bibliográficas

- Akay, G., Gungor, K., & Gurcan, S. (2017). The applicability of Kvaal methods and pulp/tooth volume ratio for age estimation of the Turkish adult population on cone beam computed tomography images. *The Australian Journal of Forensic Sciences*, 51(3), 251–265.
- Avendaño García, G., Rodríguez García, Y. M., & Escobar Velásquez, L. D. (2009). Estimación de la edad por aposición de dentina secundaria en una muestra de la población de Bogotá entre 21 y 50 años de edad. *Universitas odontologica: revista científica de la Facultad de Odontologica*, 28(60), 29–38. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231216363004>
- Bosmans, N., Ann, P., Aly, M., & Willems, G. (2005). The application of Kvaal's dental age calculation technique on panoramic dental radiographs. *Forensic Science International*, 153(2–3), 208–212.
- Chandan, P. K., Arora, K. S., Das, M., Kaur, P., Mohaptra, S., & Pareek, S. (2020). Assessment of validity and reliability of Kvaal's method for age estimation among a population sample - A retrospective study. *Indian Journal of Dental Research: Official Publication of Indian Society for Dental Research*, 31(2), 186–190.
- Erbudak, H. Ö., Ozbek, M., Uysal, S., & Karabulut, E. (2012). Application of Kvaal et al.'s age estimation method to panoramic radiographs from Turkish individuals. *Forensic Science International*, 219(1–3), 141–146.
- Jain, S., Nagi, R., Daga, M., Shandilya, A., Shukla, A., Parakh, A., Laheji, A., & Singh, R. (2017). Tooth coronal index and pulp/tooth ratio in dental age estimation on digital

- panoramic radiographs-A comparative study. *Forensic Science International*, 277, 115–121. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.05.006>
- Karkhanis, S., Mack, P., & Franklin, D. (2014). Age estimation standards for a Western Australian population using the dental age estimation technique developed by Kvaal et al. *Forensic Science International*, 235, 104.e1-6.
- Kvaal, S. I., Kolltveit, K. M., Thomsen, I. O., & Solheim, T. (1995). Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Science International*, 74(3), 175–185.
- Li, M.-J., Chu, G., Han, M.-Q., Chen, T., Zhou, H., & Guo, Y.-C. (2019). Application of the Kvaal method for age estimation using digital panoramic radiography of Chinese individuals. *Forensic Science International*, 301, 76–81.
- Marroquín, T. Y., Karkhanis, S., Kvaal, S. I., Vasudavan, S., Castelblanco, E., Kruger, E., & Tennant, M. (2017). Determining the effectiveness of adult measures of standardised age estimation on juveniles in a Western Australian population. *The Australian journal of forensic sciences*, 49(4), 459–467.
- Marroquín Penaloza, T. Y., Karkhanis, S., Kvaal, S. I., Nurul, F., Kanagasigam, S., Franklin, D., Vasudavan, S., Kruger, E., & Tennant, M. (2016). Application of the Kvaal method for adult dental age estimation using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 44, 178–182.
- Misirlioglu, M., Nalcaci, R., Adisen, M. Z., Yilmaz, S., & Yorubulut, S. (2014). Age estimation using maxillary canine pulp/tooth area ratio, with an application of Kvaal's methods on digital orthopantomographs in a Turkish sample. *The Australian journal of forensic sciences*, 46(1), 27–38.

- Patil, S. K., Mohankumar, K. P., & Donoghue, M. (2014). Estimation of age by Kvaal's technique in sample Indian population to establish the need for local Indian-based formulae. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 6(3), 166–170.
- Roh, B.-Y., Lee, W.-J., Ryu, J.-W., Ahn, J.-M., Yoon, C.-L., & Lee, S.-S. (2018). The application of the Kvaal method to estimate the age of live Korean subjects using digital panoramic radiographs. *International Journal of Legal Medicine*, 132(4), 1161–1166.
- Sehrawat, J. S., & Singh, M. (2020). Application of Kvaal's radiological method for dental age estimation of Ajnala skeletal remains: A cross-validation study. *Forensic Imaging*, 22(200401), 200401.
- Semma Tamayo, A. (2020). Missing persons and unidentified human remains: The perspective from armed conflict victims exhumed in Granada, Colombia. *Forensic Science International*, 317(110529), 110529.
- Singal, K., Sharma, N., Narula, S. C., Kumar, V., Singh, P., & Munday, V. J. (2019). Evaluation of age by Kvaal's modified measurements (KMM) using computer-aided imaging software and digitized parameters. *Forensic Science International: Reports*, 1(100020), 100020.