

Los terceros molares inferiores como indicadores de la mayoría de edad según el método de Cameriere en una población peruana

Third molars as indicators of legal age according to the Cameriere method in a peruvian population

Pablo Lopez-Beraun¹, Juana Beraún-Barrantes², Edward Alegria-Carhuanambo¹, Christian Solís-Adrianzen³

¹ Universidad de Huánuco, Programa académico de Odontología. Huánuco, Perú.

² Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Derecho y Ciencias Políticas. Huánuco, Perú.

³ Unidad Médico Legal II de Huánuco, Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Huánuco, Perú.

Correspondencia:

Pablo Lopez: pablo.lopez@udh.edu.pe
Programa Académico de Odontología. Av. Juan Velasco Alvarado 389. Pillcomarca, Huánuco, Huánuco.
ORCID: 0000-0001-6491-0298

Coautores:

Juana Andrea Beraun Barrantes:
beraunbarrantesjuana@gmail.com
ORCID: 0009-0005-1879-6259
Edward Antonio Alegria Carhuanambo:
edward.alegria@udh.edu.pe
ORCID: 0000-0003-1960-6988
Ronald Christian Solís Adrianzen:
christiansolisadrianzen@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8985-996X

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Fuente de financiamiento: Autofinanciado.

Recibido: 18/02/2025

Aceptado: 17/03/2025

Publicado: 31/03/2025

Resumen

Objetivo: Determinar la eficacia del índice de maduración del tercer molar (I3M) para identificar la mayoría de edad en la población peruana. **Materiales y Métodos:** Este estudio analizó los terceros molares inferiores izquierdos de 200 radiografías panorámicas digitales de individuos peruanos, seleccionadas a través de un muestreo no probabilístico. Se excluyeron aquellas con patologías que impidieran la correcta visualización de los terceros molares. Se empleó el método de Cameriere et al, que calcula el I3M basándose en la relación entre el ancho pulpar apical y la longitud total del diente. Un valor umbral de 0.08 diferenció a los menores de edad (valores iguales o superiores) de los mayores de edad (valores inferiores). **Resultados:** Se encontró una sensibilidad del 100% para ambos sexos, indicando una identificación precisa de individuos mayores de 18 años. La especificidad alcanzó un 92% en el sexo masculino y 68% en el sexo femenino, sugiriendo una alta precisión en hombres y moderada en mujeres para detectar a los menores de edad. Las razones de verosimilitud mostraron una alta probabilidad de acertar en la determinación de la mayoría de edad, especialmente en el sexo masculino (92%) comparado con el sexo femenino (75%). **Conclusiones:** El I3M se presenta como un instrumento confiable para la determinación de la mayoría de edad en la población peruana. No obstante, se aconseja cautela al interpretar los resultados en el sexo femenino, recomendando un enfoque más personalizado o ajustes específicos por sexo para incrementar la precisión del método en aplicaciones forenses.

Palabras clave: Tercer molar; antropología forense; odontología forense; radiografía panorámica (DeCS).

Abstract

Objective: To determine the effectiveness of the third molar maturation index (I3M) in identifying the legal age in the Peruvian population. **Materials and Methods:** This study analyzed the left lower third molars from 200 digital panoramic radiographs of Peruvian individuals, selected through non-probabilistic sampling. Radiographs with pathologies obstructing clear visibility of the third molars were excluded. The method by Cameriere et al was employed, calculating the I3M based on the ratio between the apical pulp width and the total length of the tooth. A threshold value of 0.08 distinguished minors

(equal or higher values) from adults (lower values). **Results:** The application of the I3M achieved a 100% sensitivity in both genders, indicating precise identification of individuals over 18 years old. Specificity reached 92% in males and 68% in females, suggesting high accuracy in males and moderate accuracy in females for detecting minors. The positive and negative likelihood ratios indicated a high probability of correctly determining legal age, especially in males (92%) compared to females (75%). **Conclusions:** The I3M proves to be a reliable tool for determining legal age in the Peruvian population. However, caution is advised when interpreting results in females, recommending a more personalized approach or gender-specific adjustments to enhance the method's accuracy in forensic applications.

Keywords: Molar, Third; forensic anthropology; forensic dentistry; radiography, panoramic (MeSH).

Introducción

La estimación de la edad en contextos legales y forenses juega un papel crucial cuando la identidad de una persona es incierta. Este aspecto es particularmente significativo en el sistema legal, donde la mayoría de edad establece diferencias fundamentales en la capacidad de ejercicio de derechos y responsabilidades penales. La mayoría de edad en el Perú, establecida a los 18 años, marca la transición de una persona a la plena capacidad legal y responsabilidad penal por actos delictivos según el Código Penal Peruano ^{1,2}. Quienes no alcanzan esta edad al momento de cometer un delito son tratados bajo jurisdicción de menores, conforme al Código de Niños y Adolescentes ³. En muchos casos, individuos involucrados en procedimientos legales carecen de documentos oficiales como el Documento Nacional de Identidad (DNI), lo que impulsa la necesidad de métodos alternativos para verificar su edad. El Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ministerio Público en Perú es la entidad responsable de realizar esta verificación a través de métodos forenses, incluyendo evaluaciones odontológicas, para emitir dictámenes que ayuden a esclarecer situaciones judiciales ⁴.

Dentro de las prácticas de la odontología forense, la evaluación detallada de las características morfológicas y radiológicas de los dientes desempeña un papel vital. Este análisis es indispensable para determinar si un individuo ha alcanzado la mayoría de edad, especialmente en aquellos sin documentación ⁵⁻¹⁰. Las técnicas empleadas incluyen la medición de la maduración ósea y dental, con un enfoque particular en los terceros molares, que continúan desarrollándose hasta los 23.9 años y son los últimos dientes en completar su formación ^{7,11,12}. La metodología desarrollada por Cameriere *et al* ¹⁴ en 2008 es una de las técnicas más avanzadas para la determinación de la mayoría de edad basada en el desarrollo dental. Esta técnica utiliza un índice que mide la proporción entre el ancho pulpar apical y la longitud total del diente, con un umbral discriminante de 0.08 que separa a menores de adultos con un alto nivel de confianza, priorizando en el tercer molar inferior izquierdo, debido a su prolongado periodo de desarrollo; en su ausencia, se recurre al tercer molar inferior derecho. Cabe destacar que la maduración de los terceros molares superiores concluye antes que la

de los inferiores, por lo que no son considerados en este índice ^{5-7,11,13}. A pesar de su utilidad, es crucial validar la precisión de este método en diversas poblaciones, dado que el desarrollo dental puede variar significativamente entre diferentes grupos étnicos ^{5,9,14}.

En este contexto, el objetivo principal de la investigación es determinar la eficacia del índice de maduración del tercer molar (I3M) para identificar la mayoría de edad en la población peruana.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio transversal, descriptivo, mediante la selección de 200 radiografías panorámicas digitales de pacientes entre 14 a 21 años, recopiladas en un centro radiológico de la ciudad de Huánuco, durante el año 2017. Las radiografías fueron seleccionadas a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se incluyeron aquellas radiografías donde se podían visualizar todos los dientes permanentes. Las radiografías que mostraban patologías óseas, alteraciones en los terceros molares como cavidades extensas, tratamientos de conducto, anomalías de tamaño dentario, e impactaciones severas con raíces no visibles, no formaron parte de la muestra de este estudio.

Es importante destacar que las radiografías utilizadas ya estaban disponibles y se habían tomado previamente por razones no relacionadas a esta investigación. Asegurando que no se realizó ninguna exposición radiológica adicional a los pacientes exclusivamente para los fines de este estudio.

Los datos recogidos incluyeron el número de la radiografía panorámica, la edad cronológica del paciente, el género y la fecha en que se realizó la radiografía. Esta información fue registrada y anonimizada en un documento de Excel para mantener la confidencialidad de los participantes, en línea con los principios éticos de protección de la identidad.

Este proceso de investigación fue rigurosamente alineado con los estándares éticos dictados por la Declaración de Helsinki y recibió la aprobación previa del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Huánuco con oficio número 28-2017-VRI-UDH.

En el presente estudio, se adoptó la metodología propuesta por Cameriere et al.¹⁴, para la evaluación del I3M. Esta técnica se basa en la cuantificación de la proporción entre el ancho pulpar apical y la longitud total del diente, estableciendo un umbral de discriminación con un nivel de confianza al 95% de 0.08. Según este parámetro, los valores inferiores a 0.08 indican que el sujeto es mayor de edad, mientras que los valores iguales o superiores a 0.08 sugieren minoría de edad^{5-7,11,13}. Se empleó el software Microsoft PowerPoint 2016 para la importación de radiografías digitales en formato JPG, las cuales habían sido previamente codificadas por el investigador principal. Para asegurar la precisión en las mediciones, se utilizó el tamaño original de la imagen, como se muestra en la opción de formato de imagen en el software mencionado, garantizando que las dimensiones presentadas en la radiografía estuvieran en escala real.

Con la imagen adecuadamente ajustada al tamaño original, se procedió a la medición de las dimensiones internas de los ápices abiertos del tercer molar inferior izquierdo, específicamente los lados (a) y (b). Estas medidas se ingresaron en un archivo de Microsoft Excel diseñado para calcular la suma de ambos lados. Seguidamente, se determinó la longitud total del tercer molar (c), registrando este valor en el mismo archivo Excel. La figura 1, ilustra cómo se tomaron las medidas (a), (b) y (c). Se efectuó la operación matemática programada: $\frac{a+b}{c}$ para obtener el I3M. Un resultado igual o superior a 0.08 indicaba que la radiografía correspondía a un individuo menor de edad, mientras que un valor inferior a 0.08

sugería que la radiografía pertenecía a un individuo mayor de edad. A Los terceros molares con ápices cerrados se les asignó un valor de cero, identificándolos como pertenecientes a pacientes mayores de 18 años.

La estabilidad del instrumento se evaluó mediante pruebas de repetibilidad (intra-observador) y reproducibilidad (inter-observador), utilizando 20 radiografías panorámicas seleccionadas aleatoriamente, las cuales representaron el 10% de la muestra total y quedaron excluidas de la muestra principal del estudio. Para la repetibilidad, el investigador principal midió estas radiografías en dos ocasiones, con un intervalo de dos semanas entre cada medición. En cuanto a la reproducibilidad, se involucró a un segundo investigador, especialista en el área, quien, en el papel de calibrador (RCSA), también realizó mediciones en las mismas 20 radiografías. Todas estas mediciones fueron analizadas mediante la prueba de concordancia de Kappa de Cohen para evaluar la consistencia en el diagnóstico final basado en el I3M, diferenciando entre sujetos mayores y menores de edad. Asimismo, se utilizó el coeficiente de correlación intraclass (CCI) para analizar la concordancia intra-observador e inter-observador de las medidas de los ápices abiertos.

Una vez determinada la estabilidad del I3M, el investigador principal realizó las mediciones sobre la muestra principal. Los análisis se llevaron a cabo previa codificación de las radiografías garantizando que el investigador careciera de acceso a información identificativa, como el género y edad de los participantes.

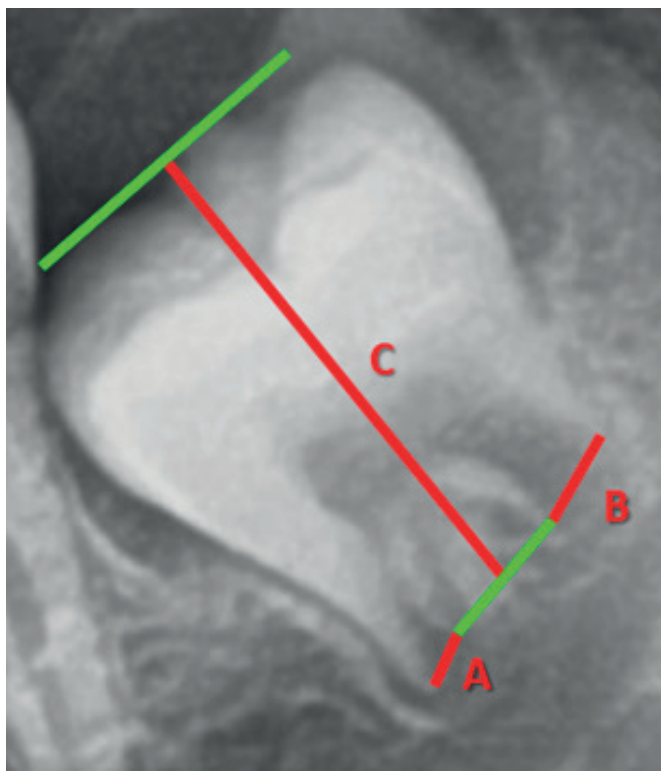


Figura 1. Medidas tomadas para el índice de maduración del tercer molar. A y B: ancho pulpar apical, C: longitud del tercer molar

Para evaluar la eficacia del método, se elaboraron tablas para determinar los siguientes parámetros:

1. Verdaderos positivos: Porcentaje de pacientes mayores de 18 años con un valor de I3M inferior a 0.08.
2. Verdaderos negativos: Porcentaje de pacientes menores de 18 años con un valor de I3M igual o superior a 0.08.
3. Falsos positivos: Porcentaje de pacientes menores de 18 años con un valor de I3M inferior a 0.08.
4. Falsos negativos: Porcentaje de pacientes mayores de 18 años con un valor de I3M igual o superior a 0.08.

El estudio analizó la sensibilidad (P1), definida como la proporción de individuos de 18 años o más con un resultado de I3M < 0.08, y la especificidad (P2), como la proporción de individuos menores de 18 años con un resultado de I3M ≥ 0.08. A partir de estos parámetros, se procedió al cálculo de la razón de verosimilitud (LR), la cual representa la probabilidad de obtener un resultado de I3M inferior a 0.08 en individuos mayores de edad en comparación con aquellos menores de edad. La LR positiva (LR+) se determinó mediante la fórmula: $\frac{\text{Sensibilidad}}{1-\text{especificidad}}$ reflejando la probabilidad de identificar correctamente a un individuo como mayor de edad. Por otro lado, la LR negativa (LR-) se calculó como $\frac{1-\text{Sensibilidad}}{\text{Especificidad}}$ indicando la probabilidad de clasificar adecuadamente a un menor de edad. La utilidad de las razones de verosimilitud se evaluó según la clasificación que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Utilidad de los valores obtenidos en la razón de verosimilitud (LR)

LR positivo	LR negativo	Utilidad
10	<0.1	Altamente relevante
5 a 10	0.1 a 0.2	Buena
2 a 5	0.5 a 0.5	Regular
<2	>0.5	Mala

La capacidad del I3M para distinguir entre mayores y menores de edad se evaluó mediante el análisis de probabilidad posterior de tener 18 años o más, calculada como la proporción de individuos de 18 años o más con un resultado de I3M < 0.08. Utilizando el teorema de Bayes, que se expresó como:

$$P = \frac{\text{Sensibilidad} \times P0}{\text{Se} \times P0 + (1 - \text{Especificidad})(1 - P0)}$$

Donde:

- P representa el valor de la post prueba, que se describe como la probabilidad de que un sujeto tenga 18 años o más cuando el índice de maduración del tercer molar detecta tal condición.
- P0 es la probabilidad anterior, que indica que un individuo tenga 18 años o más dentro de un grupo de personas de 14 a 21 años, representativo de la población estudiada. Esto se determinó utilizando

los datos del Repositorio Único de Información en Salud (REUNIS) del Ministerio de Salud del Perú, y específicamente se calculó como la proporción de individuos con edades comprendidas entre 18 y 21 años entre aquellos que se encontraban entre los 14 y 21 años.

Todos los datos fueron calculados con el software IBM SPSS Statistics versión 27.

Resultados

En este estudio, se observaron 89 radiografías del sexo masculino y 111 del sexo femenino, y por grupo etario en 100 radiografías de menores de edad y 100 de mayores de edad.

Se encontró una concordancia alta tanto intra-observador (Kappa=0.828) como inter-observador (Kappa=0.857), con un valor de $p < 0.001$. Adicionalmente, se estimó el coeficiente de correlación intraclass (CCI) para la medición de los ápices abiertos, resultando en una concordancia casi perfecta para la consistencia intra-observador (CCI=0.999, IC 95%: 0.997-0.999) y para la inter-observador (CCI=0.998, IC 95%: 0.995-0.998), confirmando la estabilidad del I3M.

En la tabla 2, se muestra la distribución de los valores del I3M con relación a la clasificación de la mayoría de edad según el sexo.

Tabla 2. Distribución de los valores del índice de maduración del tercer molar (I3M) con relación a la clasificación de la mayoría de edad según el sexo

I3M	Femenino				Masculino			
	Menor de edad		Mayor de edad		Menor de edad		Mayor de edad	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<= .07	4	8%	40	66%	1	2%	35	90%
.08 - .27	12	24%	19	31%	8	16%	4	10%
.28 - .47	11	22%	2	3%	17	34%	0	0%
.48 - .67	4	8%	0	0%	8	16%	0	0%
.68 - .87	11	22%	0	0%	6	12%	0	0%
.88 - 1.07	6	12%	0	0%	5	10%	0	0%
1.08 - 1.27	2	4%	0	0%	4	8%	0	0%
1.48+	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%
Total	50	100%	61	100%	50	100%	39	100%

La figura 2 ilustra el diagrama de cajas que representa la distribución de la edad cronológica en función del I3M, diferenciado por sexo. La tendencia general muestra que a medida que los valores del I3M incrementan, hay una disminución correspondiente en la edad cronológica, tanto para pacientes de sexo femenino como masculino. Las cajas rojas representan el rango intercuartílico de la edad para el sexo femenino, y las azules para el sexo masculino, lo que sugiere que las mujeres en este estudio tienden

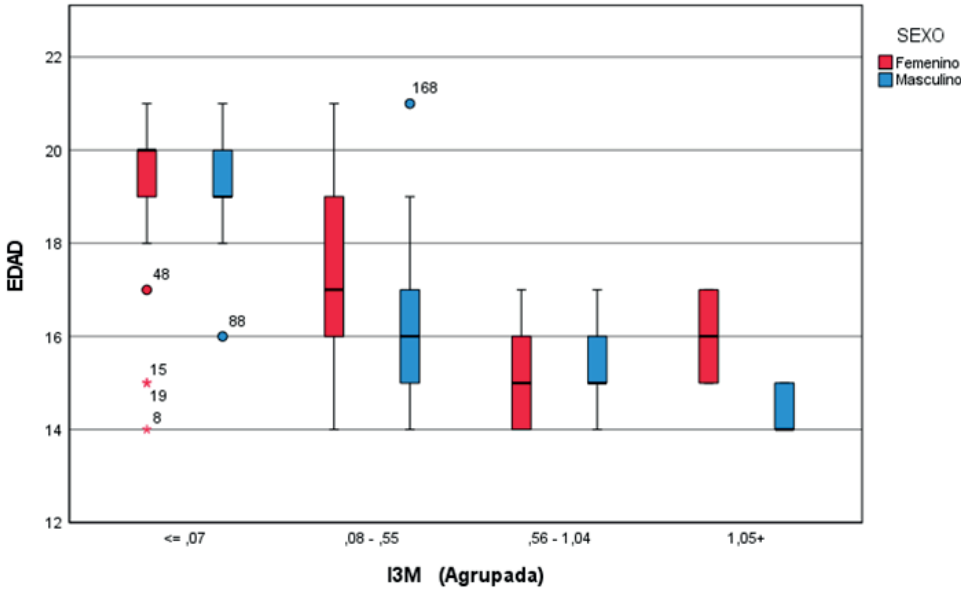


Figura 2. Diagrama de cajas agrupado de edad de los pacientes por el índice de maduración del tercer molar (agrupada) según sexo de los pacientes

a alcanzar un I3M más alto a una edad más temprana en comparación con los varones. Los puntos fuera de los bigotes de las cajas indican valores atípicos, sugiriendo variaciones individuales.

En la tabla 3, se encuentra representada la eficacia del I3M según sexo. En el sexo femenino, de un total de 61 terceros molares, 38 presentaron un I3M menor a 0.08, considerándose verdaderos positivos (a), es decir, clasificados correctamente como mayores de edad. No se encontraron falsos negativos (b); sin embargo, se detectaron 23 falsos positivos (c), donde el I3M sugirió incorrectamente que eran mayores de edad, y 50 verdaderos negativos (d), indicando correctamente que eran menores de edad. En el sexo masculino, de 39 terceros molares correspondientes a sujetos mayores de 18 años, 35 se identificaron correctamente como mayores de edad o verdaderos positivos (a), y tampoco se encontraron falsos negativos (b). En los terceros molares correspondientes a los sujetos menores de 18 años, se encontraron 4 falsos positivos (c) y 50 verdaderos negativos (d).

Tabla 3. Eficacia del índice de maduración del tercer molar

I3M	Femenino		Total	Masculino		Total
	≥ 18 años	<18 años		≥ 18 años	<18 años	
< 0.08	38 ^a	0 ^b	38	35 ^a	0 ^b	35
≥ 0.08	23 ^c	50 ^d	73	4 ^c	50 ^d	54
Total	61	50	111	39	50	89

^a Verdaderos positivos; ^b falsos positivos; ^c falsos negativos; ^d verdaderos negativos

Con los datos anteriores se procedió a la estimación de la sensibilidad y especificidad, así como de la razón de verosimilitud, para la prueba diagnóstica que emplea el I3M. La sensibilidad alcanzó un valor de 1,0 en ambos sexos, lo cual indicó una perfecta capacidad de la prueba para identificar a los individuos que efectivamente son mayores de edad. Por su parte, la especificidad se registró en 0,92 (IC 95%, 0.85-0.99) para el sexo masculino y 0,68 (IC 95%, 0.57-0.79) para el femenino, reflejando una alta y moderada precisión respectivamente.

La razón de verosimilitud positiva (LR+) se estableció en 12,5 (IC 95%, 5.97-21.62) para el sexo masculino, lo que destaca una alta probabilidad de que los sujetos con un resultado positivo (I3M<0.08) en la prueba sean mayores de edad. En el sexo femenino, la LR+ fue de 3,13 (IC 95%, 2.40-4.09), indicando una capacidad diagnóstica menor en comparación con el sexo opuesto. Para ambos, la razón de verosimilitud negativa (LR-) fue de 0, confirmando que un resultado negativo de la prueba (I3M≥0.08) identifica con alta certeza que el sujeto aún no ha alcanzado la mayoría de edad.

Los hallazgos derivados del análisis de probabilidad posterior evidencian que el I3M dispone de una notable capacidad para discriminar entre sujetos mayores y menores de 18 años. Específicamente, la probabilidad posterior para varones alcanzó un valor de 0.92 (IC 95%, 0.86-0.98), indicando que existe un 92% de certeza en la predicción de la mayoría de edad cuando el I3M indica un resultado positivo. En contraste, la probabilidad posterior para las mujeres fue de 0.75 (IC 95%, 0.67-0.83), lo que se traduce en una certidumbre del 75% respecto a la predicción de mayoría de edad bajo la misma condición positiva del I3M.

Discusión

La problemática de este estudio se centra en los desafíos que enfrentan los ciudadanos peruanos indocumentados, especialmente aquellos inmersos en procesos judiciales. La legislación peruana estipula que, en ausencia de documentos identificativos, se debe proceder a una valoración de la edad cronológica por parte de médicos legistas. Dicha valoración presenta un margen de error de aproximadamente dos años, lo cual admite una incertidumbre en la estimación hasta la edad de 21 años. Dentro del marco de las responsabilidades de la División de Medicina Legal del Ministerio Público peruano, se encuentra la identificación forense, donde se emplean métodos específicos para la determinación de la edad. Sin embargo, estas técnicas presentan limitaciones significativas al aplicarse en individuos entre 14 y 21 años¹⁵. Durante este período de desarrollo, los terceros molares son los únicos dientes que prosiguen su formación radicular.

La formación de los terceros molares es un proceso que se distingue por su gran variabilidad, lo que trae consigo algunas limitaciones para el I3M, como la agenesia, cuya prevalencia global del 22.6%. En cuanto a su erupción, estos dientes pueden aparecer tan pronto como a los 15 años, o ausentarse hasta los 25; en otros individuos pueden no erupcionar por alteraciones como la impactación dentaria que en algunos casos desencadena infecciones, quistes foliculares, y otras patologías relacionadas que establecen razones suficientes para la extracción de este diente.⁷ A pesar de estas complejidades, los terceros molares tienen el potencial distintivo de estar más influenciados por factores genéticos que por condiciones ambientales¹⁶, lo que los hace un punto focal continuo para la investigación y la posibilidad de correlacionar el desarrollo de estos dientes con la edad cronológica de un individuo.

Se han propuesto varios métodos basados en la evaluación radiográfica de la formación de los terceros molares, para estimar la edad de individuos. La mayoría de estos métodos requiere la asignación del desarrollo a etapas predefinidas, tal como lo indican Mincer *et al*¹⁷, Demirjian *et al*¹⁸, Moorees *et al*¹⁹, y Nicodemo *et al*²⁰. A pesar de su utilidad, dichos métodos podrían incorporar un grado relativo de error tanto intra como inter-observador debido al subjetivismo en la asignación de las etapas, lo que podría aumentar el error de predicción. De hecho, la estimación de la edad basada en la técnica de estadios depende de la cantidad de etapas durante el período de interés, demostrando que cuantas más etapas contenga una técnica, menos precisa puede ser la clasificación⁶.

El I3M, es un método cuantitativo que utiliza un punto de corte específico de 0.08 para evaluar la probabilidad de que una persona haya alcanzado la edad legal, se enfrenta a retos significativos en su aplicación para la determinación forense de la edad. Estos desafíos incluyen la necesidad de su validación en diversas poblaciones, resaltando aspectos críticos como la universalidad de su uso y el impacto de la diversidad étnica^{13,14,20,21}.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la sensibilidad y especificidad del I3M en población peruana revelan una capacidad notable de esta prueba diagnóstica para diferenciar entre individuos mayores y menores de edad. La sensibilidad observada en ambos sexos demuestra su eficacia en la identificación de sujetos que han alcanzado la mayoría de edad. La variabilidad en la especificidad entre los sexos sugiere una precisión diferente, siendo mayor en el sexo masculino que en el femenino. Este patrón se refleja igualmente en la interpretación de la razón de verosimilitud positiva, indicando una mayor probabilidad diagnóstica el sexo masculino.

El resultado del análisis de probabilidad posterior refuerza la utilidad del I3M como un indicador fiable de la mayoría de edad, especialmente en el sexo masculino, donde se observa una certeza del 92% en la predicción de la mayoría de edad con un resultado positivo del I3M. Por otro lado, aunque el resultado también es significativo para el sexo femenino, la certeza disminuye al 75%, lo que sugiere que el I3M puede ser más conservador en la predicción de la mayoría de edad femenina bajo las mismas condiciones.

La evaluación del I3M a través de distintos estudios en América Latina^{22,23,24}, destaca diferencias con la presente investigación en términos de sensibilidad, especificidad y probabilidad que pueden atribuirse a variaciones regionales y metodológicas. En el presente estudio, se alcanzó una sensibilidad del 100% para ambos sexos, lo cual es considerablemente más alto en comparación con otros estudios. Deitos *et al*²² en Brasil reportaron una sensibilidad del 77.4%. De Luca *et al*²³ en Colombia mostraron un 91.7% y 95.1% respectivamente. Lizarbe *et al*²⁴, también en Perú, informaron una sensibilidad de 96% para el sexo masculino y 84% para el sexo femenino, estos valores dentro del mismo país, aunque son altos, siguen siendo menores que el 100% observado en el presente estudio.

En términos de especificidad, que mide la habilidad para identificar correctamente a los menores de edad, este estudio determinó un 92% en el sexo masculino y 68% en el sexo femenino, mostrando una gran diferencia entre ambos sexos. En contraste, a la especificidad reportada por De Luca²³ quienes registraron valores de 90.6% para el sexo masculino y 93.8% para el sexo femenino.

Respecto a la probabilidad posterior, el presente estudio encontró valores de 92% para el sexo masculino y 75% para el sexo femenino, siendo este último el menor de todos los valores de probabilidad posterior reportados en los estudios de América Latina^{22, 23,24}. De Luca *et al*²³ en Colombia reportaron una probabilidad posterior de 89.7% para el sexo masculino y 95.1% para el sexo femenino. Por su parte, Deitos *et al*²² en Brasil presentaron una probabilidad posterior del 88%. Y Lizarbe *et al*²⁴ en Perú mostraron una probabilidad posterior de 97% y 94% para el sexo masculino y femenino respectivamente.

Las variaciones en la sensibilidad, especificidad y probabilidad posterior observadas entre los estudios de I3M en América Latina^{22,23,24} nos indican que las características

poblacionales específicas desempeñan un papel crucial en la eficacia de este índice. Las diferencias entre los resultados de los estudios realizados en Perú ²⁴, Brasil ²² y Colombia ²³ sugieren que factores como la genética, los hábitos alimenticios y las condiciones de vida influyen significativamente en el desarrollo dental y, por ende, en la precisión del I3M para determinar la mayoría de edad.

Existen otras investigaciones realizadas en Perú acerca de la estimación de la edad cronológica mediante el desarrollo dentario, como es el estudio de Suárez ²⁵ quien aplicó el método de Toribio S en una muestra de terceros molares extraídos, encontrando una correlación entre el desarrollo radicular del tercer molar con la edad cronológica. Así también, Ríos y Palomino ²⁶ analizaron la precisión de los métodos de Demirjian, Willems I y II, concluyendo que los métodos mencionados son buenos estimadores de la edad, aunque el método de Demirjian demostró ser más preciso. No obstante, estos métodos dependen en gran medida de la interpretación subjetiva de los estadios de maduración; a diferencia del método de Carriere et al ¹⁴, que se basa en mediciones objetivas sobre las radiografías, permitiendo una mayor repetibilidad y reproducibilidad. Una desventaja notable del método de Carriere et al ¹⁴ es que no especifica la edad cronológica exacta, sino que simplemente diferencia entre sujetos mayores de menores de edad.

Por otra parte, una de las limitaciones significativas de este estudio fue la ausencia de un software especializado para la medición radiográfica. Como consecuencia, se optó por utilizar Microsoft PowerPoint para el análisis de las radiografías. Aunque esta no es una herramienta diseñada para mediciones radiográficas, se implementó una calibración detallada para ajustar las imágenes a una escala real dentro del programa, asegurando que las medidas fueran lo más precisas posibles bajo estas circunstancias.

Conclusión

El I3M se ha confirmado como un método efectivo para determinar la mayoría de edad en la población peruana, exhibiendo alta sensibilidad en ambos sexos. Este hallazgo concuerda con investigaciones anteriores realizadas en América Latina ^{22,23,24}. Sin embargo, la especificidad del índice varía entre hombres y mujeres, indicando una variabilidad más significativa en la maduración dental femenina que podría afectar la precisión del I3M. Dada esta variabilidad, se sugiere una interpretación cautelosa de los resultados en mujeres y se propone adoptar un enfoque más individualizado o desarrollar ajustes específicos por género para mejorar la fiabilidad del método en análisis forenses.

Referencias

- Bernales E. La constitución de 1993. Análisis comparado. 5° ed. Lima, Perú: Editorial Rodhas; 1999.
- Código Penal. Decreto Legislativo N° 635. Lima, Perú: Editorial Jurista Editores E.I.R.L.; 2022.
- Código de los Niños y Adolescentes. Ley N° 27337. Lima, Perú: Editorial Jurista Editores E.I.R.L.; 2018.
- Ministerio Público Fiscalía de la Nación. Manual de Operaciones (MOP). Unidad Ejecutora 010: "Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (IML) [Internet]. Lima: Ministerio Público Fiscalía de la Nación; 2018 [consultado el 12 de marzo del 2024]. https://static.legis.pe/wp-content/uploads/2019/01/Manual-de-Operaciones-del-Instituto-de-Medicina-Legal-Legis.pe_.pdf
- Sharma P, Wadhwan V, Ravi Prakash S, Aggarwal P, Sharma N. Assessment of age of majority by measurement of open apices of the third molars using Cameriere's third molar maturity index. J Forensic Dent Sci [Internet]. 2017 [consultado el 03 de marzo del 2024];9(2):96-101. doi: <https://doi.org/10.4103/jfo.jfds.31.16>
- Santiago BM, Almeida L, Cavalcanti YW, Magno MB, Maia LC. Accuracy of the third molar maturity index in assessing the legal age of 18 years: a systematic review and meta-analysis. Int J Legal Med [Internet]. 2018 [consultado el 03 de marzo del 2024];132(4):1167-84. doi: <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1766-4>
- Angelakopoulos N, De Luca S, Velandia Palacio LA, Coccia E, Ferrante L, Cameriere R. Third molar maturity index (I3M) for assessing age of majority: study of a black South African sample. Int J Legal Med [Internet]. 2018 [consultado el 10 de enero del 2024];132(5):1457-64. doi: <https://doi.org/10.1007/s00414-018-1818-4>
- Jiménez LG, Palacio LAV, Luca SD, Vasquez YR, Capellán MC, Cameriere R. Validation of the third molar maturity index (I3M): study of a Dominican Republic sample. Forensic Odontostomatol [Internet]. 2019 [consultado el 23 de marzo del 2024];37(3): 27-33. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7442959/>
- Thilak JT, Manisha M, Nivedita C. Evaluation of third molar maturity index (I3M) in assessing the legal age of subjects in an Indian Goan population. J Forensic Odontostomatol [Internet]. 2021 [consultado el 16 de febrero del 2024];39(3): 16-24. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7343058/>
- Nóbrega JBMD, Protasio APL, Ribeiro ILA, Valença AMG, Santiago BM, Cameriere R. Validation of the Third Molar Maturation Index to estimate the age of criminal responsibility in Northeastern Brazil. Forensic Sci Int [Internet]. 2019 [consultado el 16 de abril del 2024]; 304:109917. doi: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109917>
- De Micco F, Martino F, Velandia Palacio LA, Cingolani M, Campobasso CP. Third molar maturity index and legal age in different ethnic populations: Accuracy of Cameriere's method. Med Sci Law [Internet]. 2021 [consultado el 15 de enero del 2024];61(1_suppl):105-12. doi: <https://doi.org/10.1177/0025802419900686>
- Albernaz Neves J, Antunes-Ferreira N, Machado V, Botelho J, Proença L, Quintas A, et al. Validation of the Third Molar Maturation Index (I3M) to assess the legal adult age in the Portuguese population. Sci Rep [Internet]. 2020 [consultado el 22 de febrero del 2024];10(1):18466. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75324-x>
- Spinas E, De Luca S, Lampis L, Velandia Palacio LA, Cameriere R. Is the third molar maturity index (I3M) useful for a genetic isolate population? Study of a Sardinian sample of children and young adults. Int J Legal Med [Internet]. 2018 [consultado el 16 de marzo del 2024];132(6):1787-94. doi: <https://doi.org/10.1007/s00414-018-1933-2>

14. Cameriere R, Ferrante L, De Angelis D, Scarpino F, Galli F. The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *Int J Legal Med* [Internet]. 2008 [consultado el 14 de marzo del 2024];122(6):493-7. doi: <https://doi.org/10.1007/s00414-008-0279-6>
15. López P. “Índice de maduración de la tercera molar para la determinación de la mayoría de edad en pacientes de 14 a 21 años del centro de radiología oral de Huánuco - 2017” [Internet]. Huánuco: Universidad de Huánuco; 2017 [consultado el 04 de enero del 2024]. Disponible en: <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/656>
16. Balla SB, Chinni SS, Galic I, Alwala AM, Machani P, Cameriere R. A cut-off value of third molar maturity index for indicating a minimum age of criminal responsibility: Older or younger than 16 years? *J Forensic Leg Med* [Internet]. 2019 [consultado el 19 de febrero del 2024]; 65:108-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2019.05.014>
17. Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. The A.B.F.O. Study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci.* 1993; 38(6): 379–390.
18. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.*1973; 45(2):211–227.
19. Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* [Internet]. 1963 [consultado el 10 de abril del 2024]; 42(6):14901502. doi: <https://doi.org/10.1177/00220345630420062701>
20. Nicodemo RA, Moraes LC, Médici Filho E. Chronological table of mineralization of permanent teeth among Brazilians. *Rev da Fac Odontol São José dos Campos.* 1974; 3: 55–56.
21. Tafrount C, Galic I, Franchi A, Fanton L, Cameriere R. Third molar maturity index for indicating the legal adult age in southeastern France. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2019 [consultado el 04 de enero del 2024]; 294:218.e1-218.e6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.10.013>
22. Deitos AR, Costa C, Michel-Crosato E, Galic I, Cameriere R, Biazzevic MGH. Age estimation among Brazilians: Younger or older than 18? *J Forensic Leg Med* [Internet]. 2015 [consultado el 18 de febrero del 2024]; 33:111-5. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2015.04.016>
23. De Luca S, Aguilar L, Rivera M, Palacio LAV, Riccomi G, Bestetti F, et al. Accuracy of cut-off value by measurement of third molar index: Study of a Colombian sample. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2016 [consultado el 26 de febrero del 2024]; 261:160.e1-160.e5. doi: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.01.026>
24. Quispe Lizarbe RJ, Solís Adrianzén C, Quezada-Márquez MM, Galic I, Cameriere R. Demirjian's stages and Cameriere's third molar maturity index to estimate legal adult age in Peruvian population. *Leg Med* [Internet]. 2017 [consultado el 15 de enero del 2024];25:59-65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2017.01.003>
25. Suárez C. Relación entre el desarrollo radicular de las terceras molares y la edad cronológica. *Odontol. Sanmarquina* [Internet]. 2012 [consultado el 12 de marzo del 2025]; 15(2):10-14. Disponible en: <https://revista-sinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/2021/4580>
26. Rios E, Palomino M. Precisión de métodos de estimación de edad dental de Demirjian, Willems I y II en una población cusqueña. *Odontol. Sanmarquina* [Internet]. 2022 [consultado el 12 de marzo del 2025]; 25(4): 1-8. <https://doi.org/10.15381/os.v25i4.22222>

Contribuciones de los autores

PALB: conceptualización, metodología, investigación, redacción de borrador original.

JABB: conceptualización, metodología, redacción (borrador original).

EAAC: Metodología, visualización, redacción (borrador original).

RCSA: Validación, redacción (borrador original).

Declaración de disponibilidad de datos

Datos disponibles previa solicitud a los autores.