

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
COORDINACIÓN DE PROCESOS DE GRADUACIÓN POSGRADO**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÁSTER EN ODONTOPEDIATRÍA**

**“COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA PARA
DETERMINACIÓN DE LA MADUREZ ESQUELETAL EN NIÑOS DE 8 A 15
AÑOS”**

**AUTORA
DOCTORA KATYA MARÍA MARTÍNEZ ROQUE**

**DOCENTES ASESORES
MSc. JOSÉ EDGARDO ARDÓN RIVERA
MSc. KATLEEN ARGENTINA AGUIRRE DE RODRÍGUEZ
MSc. WENDY YESENIA ESCOBAR DE GONZÁLEZ**

**CIUDAD UNIVERSITARIA “DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA” OCTUBRE
2023**

AUTORIDADES

RECTOR
MSC. ROGER ARMANDO ARIAS

VICE-RECTOR ACADÉMICO
PhD. RAÚL AZCÚNAGA

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO
ING. JUAN ROSA QUINTANILLA

DECANO
DR. JOSÉ OSMÍN RIVERA VENTURA

VICE-DECANO
DRA. KARINA LISSETH JUÁREZ DE AQUINO

SECRETARIA
LICDA. HILDA MIRANDA LUNA

DIRECTOR DE EDUCACIÓN ODONTOLÓGICA
DR. ROLANDO ALBERTO MENDOZA MAYORGA

COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN POSGRADO
MSc. KATLEEN ARGENTINA AGUIRRE DE RODRÍGUEZ

TRIBUNAL CALIFICADOR

Rita Erna Espinoza

Katleen Argentina Aguirre de Rodríguez

José Edgardo Ardón Rivera

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta etapa de formación profesional, quiero extender un profundo agradecimiento a quienes hicieron posible este logro, aquellos que junto a mí vivieron este proceso y siempre fueron mi apoyo y fortaleza.

A Dios, mi mamá, mi tía, mis hermanas, mi esposo y mi hija. A ustedes por enseñarme que el verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar a otro para que se supere.

Mi gratitud a la Facultad de Odontología, a mis profesores y a mis asesores. A esas amigas que la maestría me regaló.

DEDICATORIA

A mi hija que me enseñó a volver posible lo imposible.

RESUMEN

Objetivo: Comparar 2 métodos de evaluación radiográficos, Método de Maduración de Vértebras Cervicales de Baccetti y Método Carpal de Fishman para determinar la madurez esquelética en niños de 8 a 15 años en San Salvador, año 2021.

Metodología: Se evaluaron 102 radiografías cuyos pacientes oscilaban entre 8 a 15 años de edad con una media de 11.37, dichas radiografías estaban divididas en partes iguales en laterales de cráneo y carpales aplicando el método carpal de Fishman y cervical de Baccetti.

Resultados: La prueba Kappa de Cohen reveló una alta significancia y concordancia entre ambos métodos en los diferentes estadios de crecimiento, inicio (Kappa 95%=78.89-100% con P valor de 0.000), pico (Kappa 95%= 24.29-87.01% con P valor de 0.0001) y finalización (Kappa 95%= 52.90-97.83% con un P valor de 0.0000).

Conclusiones. Los métodos de evaluación cervicales y mano muñeca se correlacionan fuertemente entre sí, por lo tanto, existe la posibilidad de sustitución del método de Fishman por el método de Baccetti, a excepción de las edades próximas al pico puberal donde se sugiere emplear ambos métodos.

INTRODUCCIÓN

Existen múltiples métodos que permiten evaluar los indicadores de maduración esquelética con el objetivo de conocer la edad biológica del paciente, y el estadio de crecimiento en el que se encuentra, para determinar si un tratamiento ortopédico puede o no llevarse a cabo.¹

Cada método diagnóstico presenta un protocolo de análisis distinto dependiendo de las estructuras óseas involucradas, estos análisis permiten tener un mejor entendimiento de la edad biológica de los pacientes para identificar el período de crecimiento adecuado, que permita interceptar de manera oportuna los diferentes tipos de maloclusión dental.

En este estudio se aplicó dos métodos de evaluación, el primer método es el de Maduración de Vértebras Cervicales (MVC) propuesto por Baccetti y colaboradores, que se realiza mediante el análisis de las primeras 4 vértebras cervicales en una radiografía lateral de cráneo.^{2,3} El segundo método considera el Análisis Carpal (HWR) de Fishman donde se evalúan 11 estructuras localizadas en la radiografía de mano y muñeca.⁴

La importancia de esta investigación radicó en establecer un antecedente epidemiológico que sirva a futuros estudios, para impulsar nuevas y más amplias investigaciones que promuevan la construcción de supuestos desde un análisis multifactorial, para replantear los protocolos diagnósticos y clínicos que faciliten la toma de decisiones de tratamientos aplicados en la Maestría de Odontopediatría, de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de El Salvador.

El presente trabajo fue de tipo analítico, comparativo y retrospectivo que estableció la caracterización y recolección de datos de tipo epidemiológico. Los datos se obtuvieron a través de la recolección de radiografías laterales de cráneo y radiografías carpales proporcionadas por un centro radiográfico privado. Se aplicó una guía de observación utilizando los dos métodos en estudio, que evaluó el estado óseo del paciente según los parámetros de valoración de cada uno. El objetivo fue comparar dos métodos de evaluación radiográfica para determinar cuál de los dos ofrecía más ventajas en cuanto aplicación y resultados, o si era necesario aplicar ambos métodos para optimizar los resultados. La prueba estadística empleada fue la prueba de concordancia de KAPPA. Se observó una alta significancia y concordancia entre ambos métodos, lo que indica que es posible la sustitución del método de evaluación mano-muñeca de Fishman por el método de maduración de vértebras cervicales de Baccetti.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
1. OBJETIVOS.....	9
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2. HIPÓTESIS.....	10
2.1. HIPÓTESIS GENERAL	10
2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	10
3. MARCO TEÓRICO	11
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4.1 Tipo de Investigación o estudio	16
4.2 Tiempo y Lugar.....	16
4.3 Variables e Indicadores	16
4.4 Diseño de estudio.....	18
4.5 Población y Muestra.....	18
4.6 Recolección y análisis de datos	19
4.7 Almacenamiento y análisis de datos.	20
4.8 Recursos humanos, materiales y financieros.	21
5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	21
6. CONSIDERACIONES BIOÉTICAS.....	22
7. RESULTADOS.	23
8. DISCUSIÓN.....	27
9. CONCLUSIONES.....	30
10. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS	37

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar 2 métodos radiográficos, Método de Maduración de Vértebras Cervicales de Baccetti y Método Carpal de Fishman para determinar la madurez esquelética en niños de 8 a 15 años en San Salvador, año 2021.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparar el inicio de la madurez esquelética de acuerdo al Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman según edad biológica.
2. Comparar el pico de crecimiento puberal de acuerdo al Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman según edad biológica.
3. Comparar la etapa de finalización de la maduración esquelética de acuerdo al Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman según edad biológica.

2. HIPÓTESIS

2.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ho: No existe diferencia entre el Método CVM de Baccetti y el método de Evaluación Carpal de Fishman para determinar la madurez esquelética.

Ha: Si existe diferencia entre el Método CVM de Baccetti y el método de Evaluación Carpal de Fishman para determinar la madurez esquelética.

2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Ho: No existe diferencia en el inicio de la madurez esquelética de acuerdo con el Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman según edad biológica.

Ha: Si existe diferencia en el inicio de la madurez esquelética de acuerdo con el Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman según edad biológica.

Ho: No existe diferencia entre el pico de crecimiento puberal de acuerdo con el Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman según edad biológica.

Ha: Si existe diferencia entre el pico de crecimiento puberal de acuerdo con el Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman según edad biológica.

Ho: No existe diferencia en la etapa de finalización de la maduración esquelética de acuerdo con el Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman según edad biológica.

Ha: No existe diferencia en la etapa de finalización de la maduración esquelética de acuerdo con el Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman según edad biológica.

3. MARCO TEÓRICO

Las etapas y factores de crecimiento en el ser humano constituyen una serie de procesos que se inician desde de la vida intrauterina hasta el tope de crecimiento puberal, teniendo etapas de crecimiento acelerado y desacelerado. Estos cambios dinámicos dentro del ser humano se vuelven valiosos para la constitución del complejo craneofacial.⁵ Desde la etapa de crecimiento entre el nacimiento hasta el culmen de maduración ósea, aparecen estructuras que van creciendo y modificando su forma hasta completar el sistema esquelético adulto.²

Los primeros momentos de la edad puberal inician a nivel cerebral, las células del hipotálamo secretan sustancias llamadas “factores desinhibidores” que pasan del hipotálamo a la glándula pituitaria a través del sistema porta pituitario con la función de estimular las glándulas endocrinas y desarrollo de los órganos sexuales, para que se produzcan hormonas.⁵⁻⁷

Estos cambios conllevan a una serie de modificaciones determinado por la estimulación hormonal propia de cada individuo; en las cuales hay una gran variedad en la aceleración de crecimiento entre un ser humano y otro, determinando así, el crecimiento y la maduración esquelética hasta producir el pico máximo de crecimiento en la etapa puberal.^{6,8}

Domínguez et al, y Uribe Restrepo,^{6,7} establecen que, dentro de las etapas de crecimiento y desarrollo de un individuo, entre los 7 y 9 años se da paso a un periodo de crecimiento rápido durante la niñez, un periodo desacelerado hasta llegar a los 12 a los 16 años donde se produce el crecimiento más acelerado durante la pubertad. Cada ser humano tiene su propio patrón de crecimiento, el cual no siempre es reflejo de su edad cronológica, sino de la edad biológica (edad ósea, dentaria y morfológica) que determina la madurez ósea.

Conocer el patrón de madurez facial comparado con otras estructuras óseas del resto del cuerpo, otorga la ventaja de identificar magnitud, dirección y momento en el que se encuentra el paciente; teniendo como referencia que la edad cronológica no siempre tiene relación con la edad biológica,⁹ esto con el fin de poder optimizar resultados en las posibles terapéuticas a las cuales se pueda someter al paciente.

Las prácticas ortodóncicas que implican modificaciones esqueléticas pueden variar según la etapa de desarrollo del paciente. El conocimiento del estadio de crecimiento esquelético es un aspecto importante en cuanto a la eficacia y eficiencia de los procedimientos ortopédicos dentofaciales.^{10,11}

En este sentido, se ha demostrado que el análisis de la edad esquelética y la determinación del momento de desarrollo biológico del paciente representa un

análisis más confiable que la edad cronológica, para evaluar el progreso y desarrollo.^{8,12,13}

Por lo que al comprender los múltiples factores que conlleva el desarrollo de la madurez ósea, es posible evaluarla a través de múltiples indicadores biológicos como talla, desarrollo óseo carpal, menarquia, cambio en el tono de voz, maduración vertebral cervical, desarrollo y erupción dental, entre otros.

Para lograr identificar la edad en la que se alcanza la madurez ósea en cada individuo es necesario conocer los diversos métodos establecidos, retomando las posibilidades de evaluar el desarrollo no solo en la edad dental, sino en otras características de tejidos duros como vertebras y huesos de la mano. Durante el crecimiento cada hueso sufre una serie de modificaciones que permiten la posibilidad de ser evaluados radiográficamente.^{4,6,14,15} Basados en esta premisa surgen diversos métodos que permiten identificar el estadio de crecimiento del paciente.

Lampariski en 1972, O'Reilly y Yanniello en 1998, Franchi en el 2000 y Baccetti en el 2002 proponen que las vértebras cervicales que pueden observarse en una radiografía lateral de cráneo son efectivas para la evaluación del crecimiento.^{3,6,9,16}

En el 2005, Baccetti, Franchi y Mcnamara desarrollan el Método de Valoración de Maduración de Vértebras Cervicales (MVC). Las modificaciones del primer método que surgió en el 2002 por Baccetti, responden a la necesidad de obtener una evaluación más sencilla además de la posibilidad de evaluar un menor número de estructuras y aquellas que sean visibles aun con el uso de un collarín tiroideo en la toma radiográfica. Estos autores describen que este método es sencillo, fácil de aplicar, económico, confiable y muy útil para determinar la edad esquelética propicia para que se instauren los tratamientos ortodónticos que necesitan ser una guía para el crecimiento y así, obtener resultados óptimos.^{1,6,9,17} Además de la posibilidad de utilizar una radiografía del gabinete de estudio para la evaluación ortodoncia como es la radiografía lateral de cráneo, siendo esta una de las grandes ventadas que ofrece este método, al reducir la necesidad de otra exposición radiológica para estudios complementarios de crecimiento.¹⁸⁻²⁰

Los criterios de evaluación de dicho método se describen de acuerdo con la morfología del cuerpo de las vértebras C2, C3 y C4. Este método consiste en seis parámetros de clasificación de las etapas de maduración (CS1 y CS2 son etapas de pre-pico, CS3 y CS4 pico de crecimiento mandibular y CS6 se registra por lo menos 2 años después del pico de maduración)³ (Ver anexo 2).

Baccetti et³ al analizó los estudios de maduración de vértebras cervicales según Hassel y Farman e hizo un método mejorado, que son detallados de la siguiente manera:

Estadio I (CS1): Los bordes inferiores de las 3 vértebras (C2, C3 y C4) son planos. Los cuerpos de C3 y C4 tienen una forma trapezoidal. El pico de crecimiento mandibular se producirá en promedio 2 años después de este estadio.

Estadio II (CS2): El borde inferior de C2 es cóncavo. Los cuerpos de C3 y C4 tienen forma trapezoidal. El pico de crecimiento mandibular se producirá en promedio 1 año después de este estadio.

Estadio III (CS3): Las concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3 están presentes. Los cuerpos de C3 y C4 pueden ser trapezoidal o rectangular horizontal. El pico de crecimiento mandibular ocurrirá durante el año posterior a este estadio.

Estadio IV (CS4): Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 están presentes. Los cuerpos de C3 y C4 son de forma rectangular horizontal. El pico de crecimiento mandibular ocurrió uno o dos años antes de este estadio.

Estadio V (CS5): Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 aún están presentes. Al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 tiene forma cuadrada. Si no es cuadrada, el cuerpo de la otra vértebra cervical aún es rectangular horizontal. El pico de crecimiento mandibular finalizó al menos 1 año antes de este estadio.

Estadio VI (CS6): Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 aún son evidentes. Al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 es de forma rectangular vertical. Si no es rectangular vertical, el cuerpo de la otra vértebra cervical es cuadrada. El pico de crecimiento mandibular finalizó al menos 2 años antes de este estadio.

Además del método de vértebras cervicales, existen otros métodos auxiliares que permiten en una sola toma radiográfica una mayor cantidad de evaluaciones estructurales, como el método de evaluación carpal de Fishman. Este fue desarrollado en 1987 para establecer patrones óseos carpales de maduración esquelética.²¹

El análisis carpal de Fishman usa cuatro estadios de maduración ósea encontrados en seis sitios anatómicos localizados en el dedo pulgar, tercer y quinto dedo y el radio. En estos 6 sitios se identifican 11 indicadores de maduración esquelética en la adolescencia. La secuencia de los cuatro estadios de osificación incluye amplitud epifisaria, osificación del sesamoideo, cubrimiento de las epífisis sobre las diáfisis y por último la fusión de dichas epífisis sobre las diáfisis.^{4,12}

Respecto a los 11 indicadores de maduración, estos son localizados en las epífisis y diáfisis de los huesos de mano y muñeca y observados a través de una

radiografía carpal, iniciando secuencialmente con (1) Tercer dedo - falange proximal, (2) tercer dedo - falange media, (3) quinto dedo - falange media; calcificación del sesamoideo abductor del pulgar, (4) sesamoideo cubrimiento, (5) tercer dedo - falange distal, (6) tercer dedo - falange media, (7) quinto dedo - falange media; fusión de epífisis y diáfisis, (8) tercer dedo - falange distal; (9) tercer dedo - falange proximal, (10) tercer dedo falange media y (11) radio (ver anexo 3).^{4,22,23}

Ambos métodos, tanto carpal como de vértebras cervicales, ofrecen la capacidad de realizar evaluaciones óseas que permiten validar la etapa de crecimiento que otorguen al clínico la toma de decisiones adecuadas basada en la realidad biológica del paciente.^{14,19,24,25}

Zurita y col²⁴ realizaron un estudio comparativo en Concepción, Chile; donde contrastaban los resultados obtenidos entre el método de Fishman y Baccetti, en el cual encontraron que existe una fuerte y positiva correlación entre ambos métodos coincidiendo en un 93.5% para las etapas iniciales. Sin embargo, a medida los individuos crecen, existe mayor dispersión de los resultados. Por su parte, Abdulla Alkhal, en el Sur de China asevera que ambos métodos tienen una alta sensibilidad para precisar etapas de crecimiento y maduración; basado en esto, especifica que no existe necesidad de doble exposición radiográfica ya que ambos métodos ofrecen los mismos resultados.^{26,27}

En Brasil, Warmeling y cols²⁸ enfatizan que el mejor método de evaluación se obtiene mediante la radiografía carpal, pero que el método de maduración cervical puede utilizarse siempre y cuando el clínico conozca y pueda reconocer a totalidad el estado cervical y no obtenga acceso a la radiografía carpal para su análisis.

Por otra parte, en el 2018 en Polonia, se realizó una revisión sistemática donde se comparó los resultados de 10 estudios en los que se evaluó diferentes métodos de análisis radiográficos para radiografía lateral de cráneo y radiografía carpal; en esta revisión se establece que existe un alto nivel de correlación entre los métodos de análisis radiográficos y que los análisis de maduración de vértebras cervicales pueden sustituir los métodos de análisis carpal.¹⁸

En Brasil, Jequeira y cols, en el 2010 compararon tres métodos de evaluación en maduración de vértebras cervicales, entre ellos Hassel-Farman, Seedat-Forsberg y Baccetti; concluyendo que el método que demostró mejor aplicabilidad clínica y mejores resultados fue CVMS de Baccetti, seguido de Hassel y Farman, Seedat-Forsberg.²⁹

En 2009, Zurita C. y cols. en Chile, confirman que existe una correlación fuerte entre el método de evaluación ósea de Fishman y el método de CVMS de Baccetti en un 95.5% con una alta coincidencia con el pico de crecimiento puberal en los intervalos 3-4 según CVMS.²⁶

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de Investigación o estudio

El diseño corresponde a un estudio analítico, comparativo y retrospectivo; recomendado para la ejecución de este estudio, en el cual se describieron los hallazgos radiográficos obtenidos, determinando una relación comparativa entre ambos métodos evaluativos.

4.2 Tiempo y Lugar

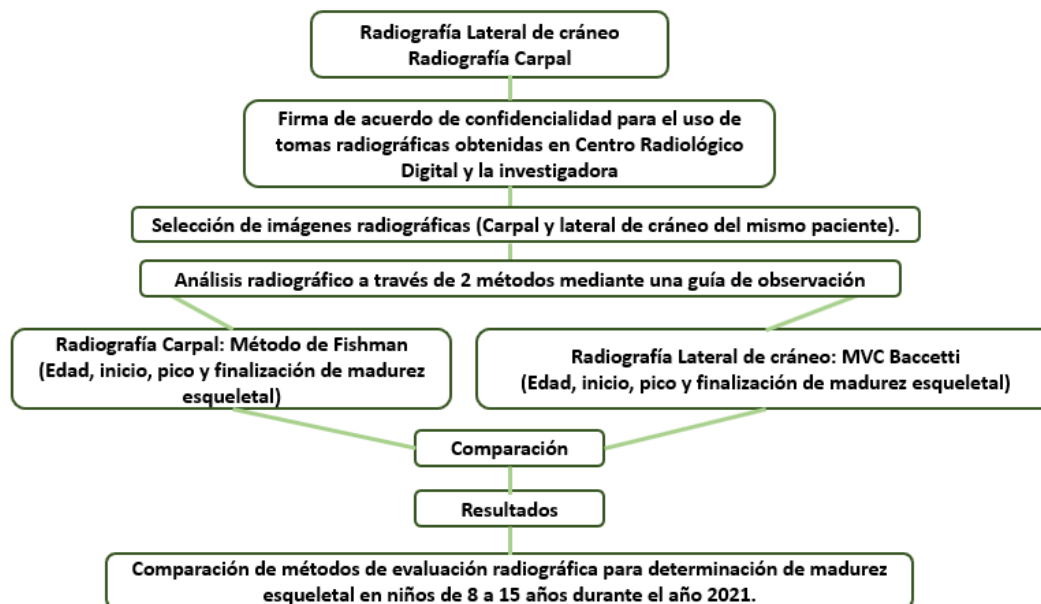
La investigación se realizó mediante la obtención de radiografías realizadas en Centro Radiográfico Digital (CRD) durante el año 2021.

4.3 Variables e Indicadores

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador
EDAD BIOLÓGICA	Edad transcurrida desde el nacimiento del individuo.	Determinar la maduración esquelética según estratos de edad cronológica: 8-9 años 10-11 años 12-13 años 14-15 años.	Estrato de edad.	Estratos: 8-9 años 10-11 años 12-13 años 14-15 años
INICIO DE LA MADUREZ ESQUELETAL	Etapas de inicio del ritmo de crecimiento esquelético.	Establecer el inicio de la madurez esquelética.	Determinar según el Método de maduración de vértebras cervicales (MVC) y el método carpal de Fishman para determinar el inicio de la madurez esquelética a) Establecer el promedio del inicio de la madurez esquelética.	Método de maduración de vértebras cervicales: CS1: Todos los bordes inferiores están planos y C3 y C4 tienen forma trapezoidal, el intervalo del pico empezará no más temprano a dos años después de este estadio. CS2: El borde inferior de C2 muestra concavidad y C3 y C4 tienen forma trapezoidal. El intervalo del pico iniciará un año después de este estadio. Método carpal de Fishman: Ensanchamiento de la epífisis.
PICO DE CRECIMIENTO PUBERAL	Etapas del ritmo de crecimiento, que culmina	Establecer el pico máximo de crecimiento	Determinar según el Método de maduración de	Método de maduración de vértebras cervicales:

	con un pico de máxima velocidad de desarrollo óseo.	puberal.	<p>vértebras cervicales (MVC) y el método carpal de Fishman para determinar el pico de crecimiento puberal.</p> <p>a) Establecer el promedio del pico de crecimiento puberal.</p>	<p>CS3: Los bordes inferiores de C2 y C3 pueden mostrar concavidad y C3 o C4 pueden tener forma trapezoidal o rectangular horizontal, el pico de crecimiento comienza a esta edad</p> <p>CS4: Todos los bordes inferiores muestran concavidades y C3 y C4 tienen forma rectangular horizontal, el intervalo del pico finaliza a esta edad o un año antes de este estadio.</p> <p>Método carpal de Fishman: Osificación Encapsulamiento de epífisis</p>
ETAPA DE FINALIZACIÓN DE MADUREZ ESQUELETAL	Etapa donde culmina el pico de crecimiento seguido de una progresiva deceleración hasta que el crecimiento se detiene completamente, momento en que se alcanza la talla definitiva.	Establecer la finalización de la madurez esquelética.	<p>Determinar según el Método de maduración de vértebras cervicales (MVC) y el método carpal de Fishman para determinar la finalización de madurez esquelética.</p> <p>a) Etapa de finalización de madurez esquelética</p>	<p>Método de maduración de vértebras cervicales:</p> <p>CS5: Todos los bordes muestran concavidades y por lo menos uno de los cuerpos de C3 y C4 tienen forma cuadrada, el intervalo del pico finalizó un año antes de este estadio.</p> <p>CS6: Todos los bordes muestran concavidades en por lo menos uno de los cuerpos de C3 y C4 que tienen forma rectangular vertical.</p> <p>Método carpal de Fishman: Fusión.</p>

4.4 Diseño de estudio



4.5 Población y Muestra

El universo en estudio estuvo conformado por radiografías laterales de cráneo y radiografías carpales tomadas a pacientes entre 8 a 15 años, que asistieron al Centro Radiográfico Digital (CRD) durante el año 2021.

Muestra

El muestreo se desarrolló con base a proporciones: estimación proporcional obtenida en el programa Calculadora de tamaño muestral GRANMO. Las variables fueron de carácter cualitativo, por lo tanto, se basó en una población estimada de 60 pacientes que acudieron para toma de ambas radiografías en simultáneo por año al centro radiográfico mencionado, la cual se tomó como población de referencia. A partir de ello se estimó una proporción en la población del 50% con un nivel de confianza de +/- 2 unidades porcentuales. Sin embargo, a partir de la reapertura de actividades posterior a cuarentena por pandemia COVID 19, se vio significativamente reducido, por ese motivo se realizó un nuevo cálculo de la muestra, reduciéndola a 50 participantes como mínimo (tomando en cuenta lo reflejado en la base bibliográfica de esta investigación y las características poblacionales actuales) para obtener resultados con el nivel de confianza estimado (Ver anexo 4).

Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de Inclusión

1. Radiografías laterales de cráneo y carpales que correspondan al mismo paciente hombre o mujer dentro del rango de edad establecido entre 8 a 15 años, que fueron obtenidas en el centro radiográfico (CRD) en el año 2021.

Criterios de Exclusión

1. Radiografías laterales de cráneo o radiografías carpales que no correspondan al mismo paciente, que fueron obtenidas en el centro radiográfico (CRD) en el año 2021.
2. Radiografías laterales de cráneo o radiografías carpales que no fueran tomadas en la misma fecha, que fueron obtenidas en el centro radiográfico (CRD) en el año 2021.

4.6 Recolección y análisis de datos

Previo a la ejecución de la investigación, se realizó un protocolo de investigación (aprobado por Junta Directiva de la facultad), para implementar un proceso de recolección de datos adecuado (Ver anexo 1 y 5).

A continuación, se detalla el proceso:

- a) Se firmó un acuerdo de confidencialidad entre el centro radiográfico y la investigadora principal para salvaguardar la identidad de los pacientes a quienes se les tomó las imágenes, identificando únicamente fecha de nacimiento, además de respetar la información propia del centro radiográfico. Es importante indicar que ambas imágenes fueron tomadas en la misma fecha y por el mismo técnico radiólogo. (Ver anexo 6 y 7)
- b) Las imágenes radiográficas de los sujetos de estudio fueron facilitadas en formato digital, se seleccionaron de acuerdo con los criterios de exclusión e inclusión previamente establecidos, las cuales fueron facilitadas de manera digital.
- c) Al obtener las dos radiografías, se procedió a la aplicación de la guía de observación, evaluando los parámetros de acuerdo con cada uno de los métodos seleccionados. (Ver Anexo 8) Para el método de Maduración de Vértebras Cervicales de Baccetti, los criterios de clasificación son:
 - **CS1:** Bordes inferior planos, C3 y C4 trapezoidal.
 - **CS2:** Borde inferior C2 presenta concavidad, C3 y C4 tiene forma trapezoidal.
 - **CS3:** Borde inferior C2 y C3 puede mostrar concavidad, C3 y C4 trapezoidal o rectangular.
 - **CS4:** Todos los bordes inferiores muestran concavidades, y C3 y C4 tiene forma rectangular horizontal.
 - **CS5:** Todos los bordes muestran concavidades y por lo menos uno de C3 o C4 tienen forma cuadrada.

- **CS6:** Todos los bordes muestran concavidades y por lo menos uno de C3 o C4 tiene forma rectangular vertical.

Se evaluó de igual forma, el análisis carpal de Fishman, clasificando 11 estructuras en las que se considera el ancho de la epífisis tan igual como su diáfisis, iniciando secuencialmente con:

- a) Tercer dedo - falange proximal,
- b) tercer dedo - falange media,
- c) quinto dedo - falange media; calcificación del sesamoideo abductor del pulgar,
- d) sesamoideo cubrimiento,
- e) tercer dedo - falange distal,
- f) tercer dedo - falange media,
- g) quinto dedo - falange media; fusión de epífisis y diáfisis,
- h) tercer dedo - falange distal;
- i) tercer dedo - falange proximal,
- j) tercer dedo falange media y
- k) radio 3.

4.7 Almacenamiento y análisis de datos

Los instrumentos se ordenaron según grupo etario identificado por códigos y resguardados en carpetas debidamente rotuladas, así como la digitalización de los instrumentos para proteger la información. La prueba estadística empleada fue la prueba de concordancia KAPPA. Se utilizó el programa SPSS statistics V25.0 IBM para el vaciado, análisis e interpretación de resultados.

4.8 Recursos humanos, materiales y financieros

Recursos Humanos	Cargo	
Dra. Katya María Martínez Roque	Investigador	
MSc. José Edgardo Ardón Rivera	Asesor especialista	
Msc. Katleen Argentina Aguirre de Rodríguez Msc. Wendy Yesenia González de Escobar	Asesor metodológico	
Licda. Aida Marisela Gómez	Asesor Estadístico	
Concepto	Valor Individual	Valor Total
Equipo Varios		
1 computadora Laptop Personal	N/P	N/P
100 hojas de acetato	\$0.35	\$35
5 plumones indelebles	\$1.25	\$6.25
1 juego de geometría	\$2.50	\$2.50
100 páginas de papel fotográfico	\$0.82	\$82
Impresora	N/P	N/P
Tinta para impresora	\$30	\$30
50 radiografías laterales de cráneo (formato digital)	**	**
50 radiografías carpales (formato digital)	**	**
COSTO TOTAL		\$155.75

**N/P: No presupuestado por ser patrimonio del investigador.*

*** Serán suministradas de forma gratuita por el centro radiográfico.*

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances

Con la investigación se compararon dos métodos diagnósticos para determinar la madurez esquelética con el propósito de generar datos iniciales propios y actualizados en El Salvador sobre el método diagnóstico que ofrezcan mejores resultados y mayor facilidad para la evaluación del desarrollo esquelético de población entre 8 a 15 años que desearan someterse a tratamientos de ortopedia y ortodoncia, a través de la obtención de radiografías y su respectivo análisis estadístico. De esta manera, este estudio permite sentar un precedente sobre el cual se desarrollen futuras investigaciones, a partir de los datos comparativos obtenidos en este estudio.

Limitaciones

Por la naturaleza del estudio, no se pueden establecer asociaciones de causalidad.

6. CONSIDERACIONES BIOÉTICAS

Basados en el hecho que, en esta investigación, las unidades de estudio fueron imágenes radiográficas (laterales de cráneo y carpales) obtenidas previamente en el centro radiográfico y no se tuvo contacto directo con los pacientes a quienes corresponden los estudios, se contempló los siguientes aspectos:

1. Selección equitativa no discriminatoria, ni de favorecimiento a estudios radiográficos en específico siempre y cuando cuenten con los factores de inclusión y ninguno de exclusión.
2. Aplicación de los principios de bioética: justicia, beneficencia, no maleficencia y autonomía, respetando los acuerdos de confidencialidad previamente firmados con el centro radiográfico.
3. Contribución al desarrollo de investigaciones posteriores que promuevan las mejoras en la aplicación en el área de interés.
4. Firma de convenio de confidencialidad con el centro radiográfico para garantizar el respeto a la identidad de los pacientes a los que pertenezcan las tomas radiográficas y al sistema de manejo interno del centro de imágenes.

7. RESULTADOS

TABLA 1. Cuadro comparativo general de crecimiento según método cervical de Baccetti y método carpal de Fishman.

Estrato de edad			HWR				Total
			-1 año	Inicio	Pico	Finalización	
8 a 9 años	MVC	-2 a -1 año	● 12	0	N/A		12
		Inicio	0	● 2			2
	Total		12	2			● 14
10 a 11 años	MVC	-2 a -1 año	● 4	0			4
		Inicio	0	● 8			8
	Total		4	8			● 12
12 a 13 años	MVC	-2 a -1 año	1	1	0	0	2
		Inicio	0	3	2	0	5
		Pico	0	0	2	3	5
		Finalización	0	0	0	1	1
	Total		1	4	4	4	13
14 a 15 años	MVC	Inicio		1	0	0	1
		Pico		0	3	1	4
		Finalización		0	0	7	7
	Total			1	3	8	12
Total	MVC	-2 a -1 año	17	1	0	0	18
		Inicio	0	14	2	0	16
		Pico	0	0	5	4	9
		Finalización	0	0	0	8	8
	Total		17	15	7	12	51

Interpretación 1. En esta tabla se observa la comparación de los estadios de crecimiento según el método cervical de Baccetti (MVC) y método carpal de Fishman (HWR) por estrato de edad. De un total de 51 pacientes evaluados, en los estratos de edad de 8 a 9 y 10 a 11, se encontró concordancia en los resultados obtenidos para ambos métodos.

TABLA 2. Cuadro comparativo de inicio de crecimiento según método Cervical de Baccetti y método Carpal de Fishman.

Estrato de edad			HWR		Total	Concordancia (Kappa)	IC 95%	P valor
			Si	No				
8 a 9 años	MVC	Si	2	0	2	100%	100% - 100%	0.0002
		No	0	12	12			
	Total	2	12	14				
10 a 11 años	MVC	Si	8*	0	8	100%	100% - 100%	0.0005
		No	0	4	4			
	Total	8	4	12				
12 a 13 años	MVC	Si	3	2	5	49.35%	0.48% - 98.22%	0.0710
		No	1	7	8			
	Total	4	9	13				
14 a 15 años	MVC	Si	1	0	1	100%	100% - 100%	0.0005
		No	0	11	11			
	Total	1	11	12				
Total	MVC	Si	14	2	16	86.10%	78.89% - 100%	0.0000
		No	1	34	35			
	Total	15	36	51				

*El mayor número de pacientes que presentó inicio de crecimiento se encuentra en el estrato de 10 a 11 años.

Interpretación 2. En esta tabla se evalúa la comparación de inicio de crecimiento según método Cervical de Baccetti y método Carpal de Fishman.

En la evaluación total se observa una alta significancia y concordancia en los resultados obtenidos. Por lo tanto, no existe diferencia en el inicio de la madurez esquelética de acuerdo con el Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman, según edad biológica.

TABLA 3. Cuadro comparativo de pico de crecimiento según método Cervical de Baccetti y método Carpal de Fishman.

Estrato de edad			HWR		Total	Concordancia	Intervalo de confianza	P valor
			Si	No				
12 a 13 años	MVC	Si	2	3	5	15.58%	-38.64% - 69.81%	0.5686
		No	2	6	8			
	Total	4	9	13				
14 a 15 años	MVC	Si	3*	1	4	80%	43.23% - 100%	0.0047
		No	0	8	8			
	Total	3	9	12				
Total	MVC	Si	5	4	9	55.65%	24.29% - 87.01%	0.0001
		No	2	40	42			
	Total	7	44	51				

*El mayor número de pacientes que presentó pico de crecimiento se encuentra en el estrato de 14 a 15 años.

Interpretación 3. En esta tabla se evalúa comparación de pico de crecimiento según método Cervical de Baccetti y método Carpal de Fishman. En la evaluación total se observa una alta significancia y moderada concordancia en los resultados obtenidos.

Por lo tanto, no existe diferencia en el pico de la madurez esquelética de acuerdo con el Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman, según edad biológica.

TABLA 4. Cuadro comparativo de finalización de crecimiento según método Cervical de Baccetti y método Carpal de Fishman.

Estrato de edad		HWR		Total	Concordancia	IC 95	P valor	
		Si	No					
12 a 13 años	MVC	Si	1	0	1	35.58%	-17.94 - 81.10%	0.1185
		No	3	9	12			
	Total	4	9	13				
14 a 15 años	MVC	Si	7*	0	7	82.35%	49.76% - 100%	0.0038
		No	1	4	5			
	Total	8	4	12				
Total	MVC	Si	8	0	8	75.36%	52.90% - 97.83%	0.0000
		No	4	39	43			
	Total	12	39	51				

*El mayor número de pacientes que presentó inicio de crecimiento se encuentra en el estrato de 14 a 15 años.

Interpretación 4. En esta tabla se evalúa la comparación de finalización de crecimiento según método Cervical de Baccetti y método Carpal de Fishman. En la evaluación total se observa una alta significancia y concordancia en los resultados obtenidos. Por lo tanto, no existe diferencia en la finalización de la madurez esquelética de acuerdo con el Método CVM de Baccetti y Método Carpal de Fishman, según edad biológica.

8. DISCUSIÓN

La asociación entre métodos de evaluación de maduración esquelética ha sido estudiada en diferentes poblaciones y como estas se aplican para el desarrollo de terapias ortodónticas. Múltiples estudios^{13,30-33} han demostrado que la edad cronológica no representa un punto exacto para determinar madurez esquelética o progreso de los maxilares.¹¹

Es por eso que se desarrollaron diversos métodos de evaluación para determinar la madurez esquelética que ofrezcan resultados certeros que guíen la realización de terapias ortopédicas.^{18,34} Estos estudios se basan en la utilización de radiografías, no solo de las estructuras faciales sino también estructuras carpales.

Las radiografías carpales fueron utilizadas en el pasado para evaluación del crecimiento y desarrollo, ya que ofrecen un mayor número de estructuras óseas que serán sometidas a evaluación, considerado como el estándar de oro para determinación del crecimiento esquelético. Sin embargo, en la actualidad múltiples estudios proponen la sustitución del método carpal por la evaluación de vértebras cervicales para identificar periodos de crecimiento óseo. La principal ventaja es que la evaluación vertebral puede ser realizada a través de la misma radiografía lateral de cráneo, correspondiente a la evaluación ortodóntica, reduciendo así la necesidad de doble exposición a radiación.^{11,18,35,36}

En esta investigación la población de estudio fue de 51 pacientes, en los cuales se registraron 102 radiografías distribuidas de la siguiente manera: 51 radiografías laterales de cráneo y 51 radiografías carpales evaluadas mediante dos métodos, la evaluación carpal de Fishman^{4,24} y la evaluación vertebral de Baccetti.^{37,38} La edad de los sujetos tuvo una media 11.37 años. Es importante establecer que para este estudio fue imprescindible que ambas radiografías fueran tomadas el mismo día y por el mismo técnico radiólogo para optimizar la efectividad de los resultados y reducir sesgo.

Los resultados de este estudio sugieren que existe una alta significancia en los tres periodos de crecimiento y una concordancia alta para las etapas de inicio y finalización (86.10% y 75.36% respectivamente). Sin embargo, se obtuvo una correlación moderada con un 55.65% para la etapa de pico. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Flores Mir¹¹, quien establece que los valores de correlación obtenidos fueron moderadamente altos, disminuyendo en las edades próximas al pico puberal. Por su parte Alkhal¹⁹ en el sur de China, determinó una alta correlación entre ambos métodos, inclusive en la etapa puberal, lo cual discrepa con los resultados en este estudio ya que en este periodo, la fuerza de concordancia es moderada.

Warmeling²⁸ propone que existe una invalidez en la homologación de los resultados de métodos cervicales y mano muñeca, ya que estos pueden verse afectados por distintas características tales como: raciales, predisposición genética, condiciones climáticas, función del órgano y hasta factores socioeconómicos asociados a déficit nutricionales; que llevan a los individuos a un desarrollo evolutivo precoz e indistintos en un mismo organismo, lo que conlleva a detectar diferencias no solo biológicas sino con respecto a la edad cronológica. Este estudio propone valorar diferentes métodos no solo radiográficos sino hasta sistémicos para obtener resultados más próximos a la realidad esquelética.

En el 2016 en Irán, Hoseini y colaboradores³⁹ demostraron que la comparación de los métodos de análisis radiográfico de mano y muñeca y evaluación cervical para la predicción de las etapas de crecimiento puberal en 133 niñas y niños en diferentes grupos de edad, no mostró una gran concordancia; a diferencia de este estudio donde la concordancia fue similar entre ambos métodos. Pese a esto, ambos estudios coinciden que mientras más se acerca a la etapa puberal, los resultados discrepan en ambos métodos. Con esta investigación se obtuvo una disminución entre la etapa de inicio con pico de crecimiento y un aumento en la etapa de finalización del crecimiento. Estos resultados coinciden con Hoseini quien plantea que encontraron mayor concordancia en edades de 8 a 9 años y un nivel más bajo en edades de 12 a 14 años.

Por su parte Morales Dominguez⁶ y colaboradores plantean que existe una alta concordancia entre ambos métodos, coincidiendo con los resultados obtenidos en las etapas de inicio con un 86.10%, esto también concuerda con la revisión sistemática desarrollada por Szemraj y colaboradores³⁶ en el 2018, quienes establecen que existe una alta correlación entre los resultados obtenidos en la evaluación cervical y mano muñeca.

Algunos estudios como el desarrollado por Cangialosi y cols⁴⁰ establecen que ambos métodos son efectivos para determinar desarrollo esquelético, sin embargo propone que el método de mano muñeca es ligeramente más preciso que el de vértebras cervicales; por lo tanto, plantea utilizar dicho método en aquellos pacientes donde el diagnóstico cervical sea impreciso o cuyos resultados no sean claros para la toma de decisión terapéutica.

Camacho-Basallo⁴¹ en 2016 realizó un estudio en parte de la población española donde incorporó 5 métodos para determinación de crecimiento esquelético (entre ellos Baccetti y Fishman), estimando que encontraron una fuerte correlación estadística entre la evaluación carpal y cervical en ambos estudios. Además, explica que uno de los principales motivos que sustentaban el uso de métodos carpales era la poca visibilidad de vértebras

en las radiografías laterales de cráneo por el uso del collarín. El método de Baccetti permite evaluar 3 vértebras que son visibles aún con el uso de chaleco de plomo con protector tiroideo, esto significaría una reducción importante en la exposición a la doble radiación en la obtención de una radiografía extra.

Zurita y cols²⁴ realizaron un estudio comparativo en Concepción, Chile en el 2009; donde contrastaban los resultados obtenidos entre el método de Fishman y Baccetti, en el cual encontraron que existe una fuerte y positiva correlación entre ambos métodos coincidiendo en un 93.5% para las etapas iniciales, el cual concuerda con los resultados obtenidos en este estudio en la etapa de inicio donde se obtuvo una correlación de 86.10%.

Un dato importante para resaltar es lo mencionado por Hoseini³⁹ que es coincidente con Soegiharto,⁴² quienes proponen que las radiografías de mano no son del todo adecuadas para evaluación de crecimiento esquelético, ya que estas sufren cambios constantes en su desarrollo por motivos funcionales y que para usos ortodónticos no se recomienda, ya que el desarrollo de huesos faciales, presenta otro tipo de osificación (endocondral e intramembranosa); por lo tanto no se obtendrían datos significativos para la aplicación de tratamientos ortopédicos. Al contrastar los resultados de este estudio con lo planteado con ambos autores, permite la posibilidad de considerar la sustitución del método carpal por el método cervical, inclusive en etapas circundantes al pico puberal y por lo tanto identificar la etapa de desarrollo y madurez esquelética.

Es importante enfatizar que este estudio procesó los resultados por estratos de edad, lo que permitió ampliar la evaluación de ambos métodos, observando que en pacientes en edades entre los 12 a 13 años, los resultados difieren considerablemente sobre todo en pico de crecimiento. Esto otorga la posibilidad de desarrollar futuras investigaciones que puedan precisar las causales de dicho evento.

9. CONCLUSIONES.

- a) Se establece que existe una alta correlación y significancia entre ambos métodos comparados en la etapa de inicio de la madurez esquelética, por lo tanto, en este periodo, es posible realizar sustitución de métodos.
- b) Al comparar el pico de crecimiento puberal se establece que existe una alta significancia, pero una correlación moderada entre ambos métodos. Por lo tanto, aunque según las pruebas estadísticas si es posible la sustitución de métodos, se sugiere aplicar ambos métodos en aquellos casos donde la respuesta obtenida en el método cervical no sea precisa o del todo clara.
- c) Al comparar la etapa de finalización de la maduración esquelética se establece que existe una alta correlación y significancia entre ambos métodos, por lo cual es posible realizar sustitución de métodos en este período.

10. RECOMENDACIONES.

1. Para las edades circundantes al pico de crecimiento (entre los 12 a 13 años aproximadamente), se sugiere evaluar la necesidad de aplicar los dos métodos de evaluación radiográfica, en aquellos casos donde exista duda en los resultados del método cervical de Baccetti.
2. Se sugiere realizar investigaciones que evalúen las diferencias que se presentan en los periodos circundantes al pico de crecimiento en los cuales se observó la mayor discrepancia en los resultados según los estratos de edad.
3. Establecer protocolos de aplicación clínica para la evaluación de crecimiento esquelético que apliquen a los pacientes de ortopedia de la escuela de pregrado y posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de El Salvador.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Bedoya Rodríguez A, Cesar J, Patiño O, Andrés J, Cardona T. Edad cronológica y maduración ósea cervical en niños y adolescentes Chronological age and cervical vertebral maturation among children and adolescents. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2016;51(1):43–53. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072016000100006
2. Vilchez CRM. Correlación del método de Baccetti de maduración esquelética con los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian en pacientes de ambos sexos de 9 a 17 años de edad en el servicio de ortodoncia de la UPCH en Lima-Perú. Cayetano Hered [Internet]. 2018;1(1):1–101. Available from: <http://repositorio.upch.edu.pe/handle/upch/3581>
3. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. Semin Orthod [Internet]. 2005;11(3):119–29. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.sodo.2005.04.005>
4. Fishman LS. Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation. 1982;88–112. Available from: [http://dx.doi.org/10.1043/0003-3219\(1982\)052%3C0088:REOSM%3E2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1043/0003-3219(1982)052%3C0088:REOSM%3E2.0.CO;2)
5. Crispin NJG. Edad promedio del pico de crecimiento puberal en adolescentes del Centro Médico Naval " CMST " 2007-2008. Univ Nac Mayor San Marcos [Internet]. 2008;1. Available from: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/2158>
6. Domínguez EIM, López CM, Ramírez EG, Jiménez JC, Ruidíaz VC. Relación existente entre el tamaño y forma de las vértebras cervicales con los estadios de maduración ósea carpal. Parte II. Rev Mex Ortod [Internet]. 2014;2(1):24–31. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2395-9215\(16\)30013-7](http://dx.doi.org/10.1016/S2395-9215(16)30013-7)
7. Restrepo GAU, Cárdenas Jaramillo D. Fundamentos de Odontología. Temprano no, a tiempo. In: Editorial CF, editor. 1ra edició. Medellin, Colombia; 2014. p. 125–71. Available from: <https://www.perlego.com/book/1929931/temprano-no-a-tiempo-tratamientos-de-primera-fase-pdf> (Original work published 2014)
8. Alvarado-Torres E, Gutiérrez-Rojo JF, Rojas-García AR. Comparación de la Maduración Ósea de Vértebras Cervicales Utilizando los Métodos de Baccetti y Lamparski en Pacientes de 8 a 15 Años. Int J Odontostomatol [Internet]. 2016;10(1):63–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-381x2016000100011>
9. Natalia Bernal MIA. Indicadores de maduración esquelética y dental. CES Odontol [Internet]. 2007;20(1):59–68. Available from: <http://dx.doi.org/10.21615/139>
10. Oyonarte R, Sánchez-Ugarte F, Montt J, Cisternas A, Morales-Huber R,

- Ramirez-Lobos V, et al. Diagnostic assessment of tooth maturation of the mandibular second molars as a skeletal maturation indicator: A retrospective longitudinal study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2020;158(3):383–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.09.012>
11. Flores-mir C, Orth C, Nebbe B, Ortho FFDSA. Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth- a systematic review. *Angle Orthod*. 2004;74-118–124..pdf. 2015;3219(c):15–20. Available from: [http://dx.doi.org/10.1043/0003-3219\(2004\)074%3C0118](http://dx.doi.org/10.1043/0003-3219(2004)074%3C0118)
 12. Malavé Y, Rojas I. Análisis Carpal como Indicador de Maduración Ósea. *Acta odontológica Venez* [Internet]. 2000;38(3):4–9. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652000000300002&lng=es.
 13. Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2006;130(5):622–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.01.031>
 14. Özer T, Kama JD, Özer SY. A practical method for determining pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2006;130(2):131.e1-131.e6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.01.019>
 15. Beit P, Peltomäki T, Schätzle M, Signorelli L, Patcas R. Evaluating the agreement of skeletal age assessment based on hand-wrist and cervical vertebrae radiography. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2013;144(6):838–47. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.07.015>
 16. Godinez AO. Estudio de la maduración ósea en pacientes de ortodoncia , clínica " Puentes. *Ciencias medicas La Habana*. 2018;1(1):2015–8.
 17. Santiago RC, De Miranda Costa LF, Vitral RWF, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity: A systematic review. *Angle Orthod* [Internet]. 2012;82(6):1123–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.09.062>
 18. Cericato GO, Bittencourt MAV, Paranhos LR. Validity of the assessment method of skeletal maturation by cervical vertebrae: A systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2015;44(4). Available from: <http://dx.doi.org/10.1259/dmfr.20140270>
 19. Alkhal H, Wong R, Rabie B. Correlation between Chronological Age, Cervical Verterbal Maturation and Fishman’s Skeletal Maturity Indicators in Southern Chinese. *Angle Orthod* [Internet]. 2004;78(4):591–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.2319/051607-235.1>
 20. Moscatiello VAM, Lederman H, Moscatiello RA, Faltin Júnior K, Moscatiello RM. Maturação das vértebras cervicais e sua correlação com a idade óssea da mão e punho como indicadores no tratamento ortodôntico. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial* [Internet]. 2008;13(4):92–100. Available from:

- <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-54192008000400011>
21. Mohammed R, Kalyan Vs, Tircouveluri S, Chirla A, Varma Dm, Vegesna G. The reliability of Fishman method of skeletal maturation for age estimation in children of South Indian population. *J Nat Sci Biol Med [Internet]*. 2014;5(2):297. Available from: <http://dx.org/10.4103/0976-9668.136170>
 22. Ramos Portocarrero O, Meneses López A. Evaluación de los estadios de maduración esquelética según Fishman en niños de 8 a 16 años de edad del distrito de Tambo de Mora-Chincha. *Rev Estomatológica Hered [Internet]*. 2014;15(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.20453/reh.v15i1.1963>
 23. Ramos Portocarrero O, Meneses López A. Evaluación de los estadios de maduración esquelética según Fishman en niños de 8 a 16 años de edad del distrito de Tambo de Mora-Chincha. *Rev Estomatológica Hered [Internet]*. 2014;15(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.20453/reh.v15i1.1963>
 24. Caballero Zuniga, Max Eyvind; Mendoza Zapata J. Evaluación de los estadios de maduración ósea carpal según Fishman y su relación con la edad cronológica en niños de 7 a 15 años de edad atendidos en la Clínica de la UNMSN. 2016;1–4. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.12672/1735>
 25. Jeong MJ, Lee KE, Chae YK, Nam OH, Lee HS, Choi SC. Correlations between skeletal maturity and dental calcification stages in Korean children. *Eur J Paediatr Dent [Internet]*. 2022;23(2):101–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.23804/ejpd.2022.23.02.03>
 26. Cristina Zurita AF. Correlación entre resultados de radiografía cervical lateral y radiografía de mano-muneca en la estimación de edad ósea en niñas. *Revista Chilena de Radiología [Internet]*. 2009;39–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082009000100006>
 27. Al Khal HA, Wong RWK, Rabie ABM. Elimination of hand-wrist radiographs for maturity assessment in children needing orthodontic therapy. *Skeletal Radiol [Internet]*. 2008;37(3):195–200. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00256-007-0369-4>
 28. Warmeling D, Rodrigues KM, Zastrow MD, Thiesen G. Comparative study of two skeletal maturation evaluation indexes. *Rev Odonto Ciência [Internet]*. 2010;25(2):188–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/s1980-65232010000200016>
 29. Jaqueira LMF, Armond MC, Pereira LJ, de Alcântara CEP, Marques LS. Determining skeletal maturation stage using cervical vertebrae: Evaluation of three diagnostic methods. *Braz Oral Res [Internet]*. 2010;24(4):433–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242010000400010>
 30. Türkoç Ç, Kaygısız E, Ulusoy Ç, Ateş C. A practical formula for determining growth. *Diagnostic Interv Radiol [Internet]*. 2017;23(3):194–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.5152/dir.2016.16334>
 31. Lai EHH, Liu JP, Chang JZC, Tsai SJ, Yao CCJ, Chen MH, et al.

- Radiographic assessment of skeletal maturation stages for orthodontic patients: Hand-wrist bones or cervical vertebrae? *J Formos Med Assoc* [Internet]. 2008;107(4):316–25. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0929-6646\(08\)60093-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0929-6646(08)60093-5)
32. Flores-Mir C, Burgess CA, Champney M, Jensen RJ, Pitcher MR, Major PW. Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *Angle Orthod* [Internet]. 2006;76(1):1–5. Available from: [http://dx.doi.org/9\(2006\)076\[0001:COSMSD\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/9(2006)076[0001:COSMSD]2.0.CO;2)
 33. Nayef F. Correlation between Cervical Vertebral Maturation Stages and Dental Maturation in a Saudi Sample. *Acta Stomatol Croat* [Internet]. 2017;51(4):283–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.15644/asc51/4/2>
 34. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod* [Internet]. 2006;76(6):984–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.2319/070605-217>
 35. Ramos C, Navarrete N. Evaluación de la maduración ósea mediante el análisis de vértebras cervicales según el método de Lara en niños de 8 a 16 años. *Rev Latinoam Ortod y Odontopediatría* [Internet]. 2016;1:1–12. Available from: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2016/art-14>
 36. Szemraj A, Wojtaszek-Słomińska A, Racka-Pilszak B. Is the cervical vertebral maturation (CVM) method effective enough to replace the hand-wrist maturation (HWM) method in determining skeletal maturation?—A systematic review. *Eur J Radiol* [Internet]. 2018;102(August 2017):125–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.03.012>
 37. Moscatiello VAM, Lederman H, Moscatiello RA, Faltin Júnior K, Moscatiello RM. Maturação das vértebras cervicais e sua correlação com a idade óssea da mão e punho como indicadores no tratamento ortodôntico. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial* [Internet]. 2008;13(4):92–100. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1415-54192008000400011>
 38. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An Improved Version of the Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Mandibular Growth. *Angle Orthod* [Internet]. 2002;72(4):316–23. Available from: [http://dx.doi.org/10.1043/0003-3219\(2002\)072%3C0316:AIVOTC%3E2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1043/0003-3219(2002)072%3C0316:AIVOTC%3E2.0.CO;2)
 39. Hoseini M, Zamaheni S, Bashizadeh Fakhari H, Akbari F, Chalipa J, Rahmati A. Comparative evaluation of the efficacy of hand-wrist and cervical vertebrae radiography for the determination of skeletal age. *Iran J Radiol* [Internet]. 2016;13(3). Available from: <http://dx.doi.org/10.5812/iranjradiol.21695>
 40. Cangialosi TJ, Vives VJ. Another Look at Skeletal Maturation Using Hand Wrist and Cervical Vertebrae Evaluation. *Open J Orthop* [Internet]. 2018;08(01):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.4236/ojo.2018.81001>

41. Camacho-Basallo P, Yáñez-Vico RM, Solano-Reina E, Iglesias-Linares A. Five radiographic methods for assessing skeletal maturity in a Spanish population: is there a correlation? *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2017;75(2):106–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00016357.2016.1265145>
42. Soegiharto BM, Cunningham SJ, Moles DR. Skeletal maturation in Indonesian and white children assessed with hand-wrist and cervical vertebrae methods. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2008;134(2):217–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.07.037>

ANEXOS

ANEXO 1.
Aprobación del protocolo.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
COORDINACIÓN DE PROCESOS DE GRADUACIÓN POSGRADO**



PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

**"COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA PARA
DETERMINACIÓN DE LA MADUREZ ESQUELETAL EN NIÑOS DE 8 A 15
AÑOS"**

**AUTORA
DOCTORA KATYA MARÍA MARTÍNEZ ROQUE**

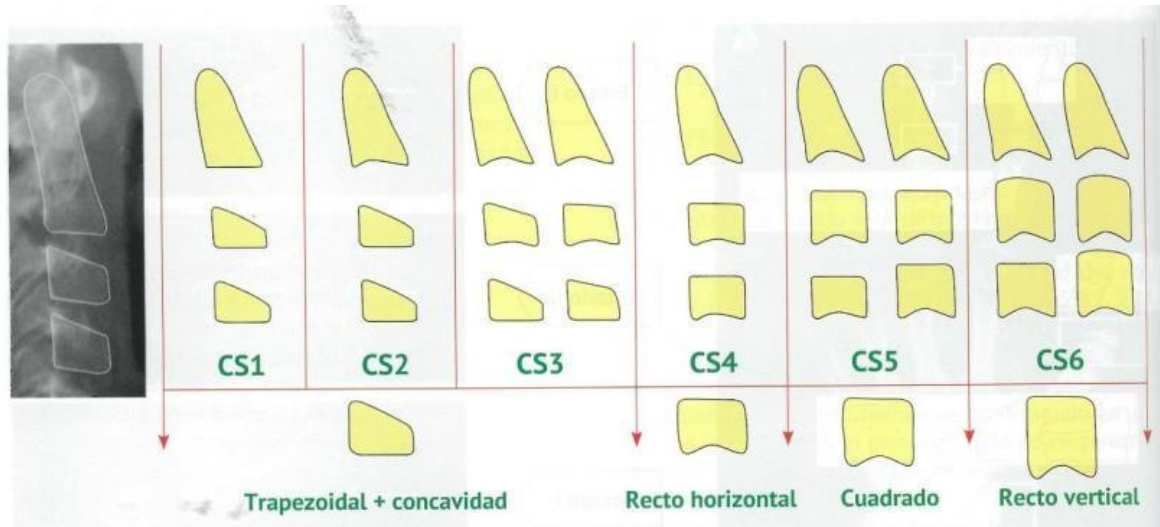
**DOCENTES ASESORES
MSc. JOSÉ EDGARDO ARDÓN RIVERA
MSc. KATLEEN ARGENTINA AGUIRRE DE RODRÍGUEZ
MSc. WENDY YESENIA ESCOBAR DE GONZÁLEZ**


Handwritten signature and text:
Aprobado según
aviso de Imta
Directiva N.º 702

**CIUDAD UNIVERITARIA "DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA" NOVIEMBRE
2019**

ANEXO 2.

Descripción de Análisis según Baccetti



Interpretación:

Estadio	Resultado
CS1	Todos los bordes inferiores están planos y C3 y C4 tienen forma trapezoidal, el intervalo del pico empezará no más temprano a dos años después de este estadio.
CS2	El borde inferior de C2 muestra concavidad y C3 y C4 tienen forma trapezoidal, el intervalo del pico empezará un año después de este estadio.
CS3	Los bordes inferiores de C2 y C3 pueden mostrar concavidad y C3 o C4 pueden tener forma trapezoidal o rectangular horizontal, el pico de crecimiento comienza a esta edad.
CS4	Todos los bordes inferiores muestran concavidades y C3 y C4 tienen forma rectangular horizontal, el intervalo del pico finaliza a esta edad o un año antes de este estadio.
CS5	Todos los bordes muestran concavidades y por lo menos uno de los cuerpos de C3 y C4 tienen forma cuadrada, el intervalo del pico finalizó un año antes de este estadio.
CS6	Todos los bordes muestran concavidades en por lo menos uno de los cuerpos de C3 y C4 que tiene forma rectangular vertical.

CS1



CS2



CS3



CS4



CS5



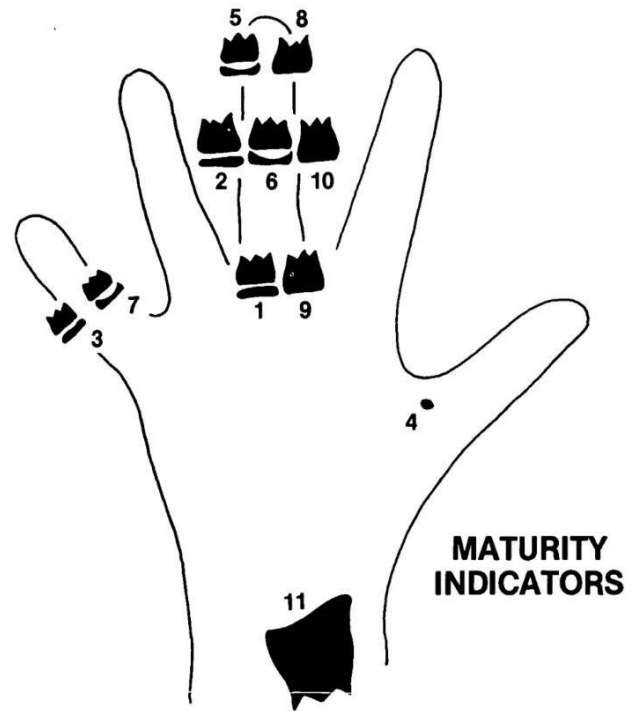
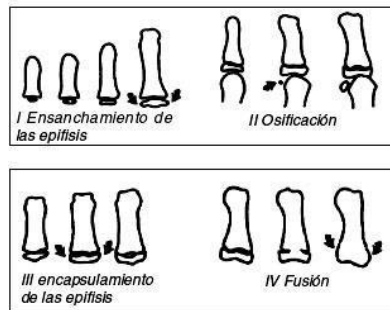
CS6



ANEXO 3.

Análisis carpal según Fishman.

INDICADORES CARPAL MÉTODO FISHMAN	
I.	Ensanchamiento de las epífisis
1.	SMI 1: Tercer dedo, falange proximal
2.	SMI 2: Tercer dedo, falange media
3.	SMI 3: Quinto dedo, falange media
II.	Osificación.
4.	Abductor sesamoideo
III.	Encapsulamiento de las epífisis
5.	SMI 5: Tercer dedo, falange distal
6.	SMI 6: Tercer dedo, falange media
7.	SMI 7: Quinto dedo, falange media
IV.	Fusión de epífisis y diáfisis
8.	SMI 8: Tercer dedo, falange distal
9.	SMI 9: Tercer dedo, falange proximal
10.	SMI 10: Tercer dedo, falange media
11.	SMI 11: Fusión del radio



ANEXO 4.

Cálculo de muestra según calculadora de Tamaño muestral GRANMO.



Calculadora de Tamaño muestral GRANMO

Versión 7.12 Abril 2012

Català Castellano English

Proporciones : Estimación poblacional

Nivel de confianza: 0.95 0.90 Otro

Población de referencia (Intro => Se asume una población infinita):

Estimación de la proporción en la población:

Precisión de la estimación para el nivel de confianza seleccionado:

Proporción estimada de reposiciones necesarias:

calcula  Limpia resultados  Limpia todo  Selecciona todo  Imprimir

23/06/2022 14:16:56 Estimación poblacional (Proporciones)

Una muestra aleatoria de 49 individuos es suficiente para estimar, con una confianza del 95% y una precisión de +/- 2 unidades porcentuales, un porcentaje poblacional que previsiblemente será de alrededor del 50%. En porcentaje de reposiciones necesaria se ha previsto que será del 0%.

Proporciones

- Dos proporciones independientes
- Observada respecto a una de referencia
- Medidas apareadas (repetidas en un grupo)
- Bioequivalencia
- Estimación poblacional**
- Odds ratio (Estudios de Casos-Controles)
- Riesgo relativo (Estudios de Cohorte)
- Potencia de un contraste

Medias

Otras

Desarrollado por: Jaume Marrugat
Mantenido por: Joan Vila
Adaptación web: Antaviana

Program of Research in Inflammatory and Cardiovascular Disorders

IMIM País de Salut MAR

Ministerio de Sanidad Consumo y Bienestar Social FONDOS EUROPEOS DE DESARROLLO REGIONAL

Red MÉRACLES de Investigación Biomédica en Red **ciberCV** Centro de Investigación Biomédica en Red

ANEXO 5. ESTUDIO PILOTO

Basado en las dificultades obtenidas en el paso de instrumentos del estudio piloto, se considera realizar las modificaciones siguientes:
Codificar cada criterio de evaluación que facilite la digitalización y comparación de los datos.

- Agregar casilla correspondiente a sexo, siendo masculino (1) y femenino (2)

Método de MVC-Baccetti

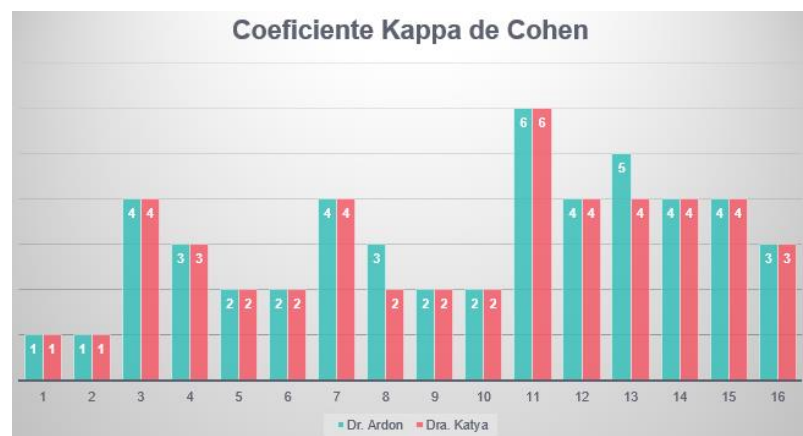
Código	Indicador	Interpretación
1	CS1	-2 años
2	CS2	-1 año
3	CS3	Inicio
4	CS4	Finalización
5	CS5	+1 año
6	CS6	+2 años

Método Carpal de Fishman

Código	Indicador	Interpretación
1	Ensanchamiento de epífisis	-1 año
2	Osificación	Inicio
3	Encapsulamiento de epífisis	Finalización
4	Fusión	+1 año

PRUEBA DE CALIBRACIÓN

Se realizó una prueba de calibración entre el investigador y el docente asesor, evaluando 16 comparaciones radiográficas obteniendo una compatibilidad del 95% como se muestra en la tabla.



ANEXO 6.
Carta de solicitud al centro radiográfico



San Salvador, 14 de marzo de 2022

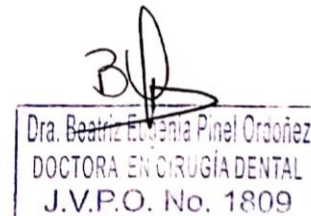
Junta Directiva
Centro Radiográfico Digital
El Salvador.
Presente.

Con atención a:
Dra. Beatriz Eugenia Pinel
Presidente.

Reciba un cordial, deseándole éxitos en sus labores personales y profesionales.
Por medio de la presente, Yo, Katya María Martínez Roque, actualmente residente egresada de la maestría en odontopediatría, solicito de su valiosa colaboración para que se me permita desarrollar en esta institución el proyecto de investigación titulado "Comparación de métodos de evaluación radiográfica para determinación de la madurez esquelética en niños de 8 a 15 años".
Este estudio toma como muestra mínima 50 pacientes entre 8 a 15 años para la toma de dos radiografías, una lateral de cráneo y una carpal, a las cuales se les aplicará dos análisis para determinación de madurez esquelética.
Se firmará un acuerdo de confidencialidad para respetar tanto la identidad de los pacientes así como cualquier información del centro radiográfico.

Quedando a la espera de la resolución.

Dra. Katya María Martínez Roque
Investigador principal



Para notificación:
Teléfono: 7669-4428
Correo electrónico: katya.martinez@ues.edu.sv

ANEXO 7.

Acuerdo de confidencialidad entre investigador y centro radiográfico.

Acuerdo de confidencialidad

San Salvador, 14 de marzo de 2022

Centro Radiográfico Digital.

Por medio de la presente, yo Katya María Martínez Roque solicito de la manera la manera más cordial la autorización del uso de radiografías laterales de cráneo y radiografías carpales correspondientes al mismo paciente, que son realizados en esta empresa. El motivo es para el uso de una investigación que busca comparar dos métodos de evaluación de crecimiento esquelético en pacientes de 8 a 15 años.

Por consiguiente, siendo yo mayor de edad y en pleno uso de mis facultades mentales, me comprometo a no divulgar ni utilizar a mi conveniencia personal la información obtenida mediante mi trabajo de investigación en Centro Radiográfico Digital (CRD), ni proporcionaré a otras personas o empresas, ni de manera verbal, ni de manera escrita, ya sea directa o indirectamente, información alguna que pueda perjudicar los intereses de **CRD**.

No revelaré ninguna información de manera personal sobre el sistema operativo del software que es utilizado para la realización de estudios.

No revelaré ninguna información sobre el costo de cada estudio a otras empresas para mantener el costo por servicio brindado al paciente.

No revelaré ninguna información sobre el sistema de almacenaje de información de cada paciente que se ha realizado algún tipo de estudio.

Mi trabajo como investigador, únicamente se basará en comparar dos métodos de evaluación de crecimiento óseo mediante radiografías laterales de cráneo y carpales realizadas en Centro Radiográfico Digital (CRD), en el departamento de San Salvador, El Salvador.

Este acuerdo de confidencialidad será mantenido hasta la finalización de la investigación programada para el mes de junio del 2022, o porque la propia empresa lo disuelva.

Y para que conste, firmamos:


Dra. Katya María Martínez Roque
DOCTORA EN CIRUGÍA DENTAL
J.V.P.O. No. 5534

DUI : 04302620-7


Dra. Beatriz Eugenia Pinel Ordoñez
DOCTORA EN CIRUGÍA DENTAL
J.V.P.O. No. 1809

ANEXO 8.
Guías de observación.



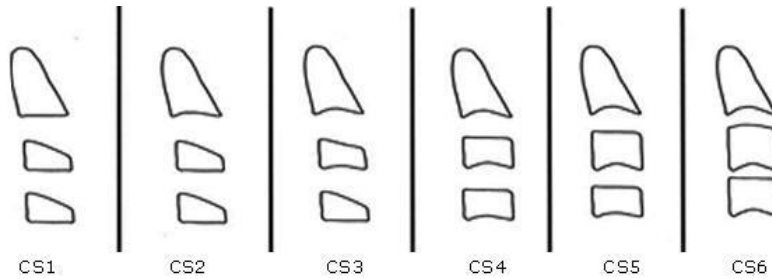
**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
GUÍA DE OBSERVACIÓN**

Fecha:

Código:
Fecha de nacimiento:

Edad:

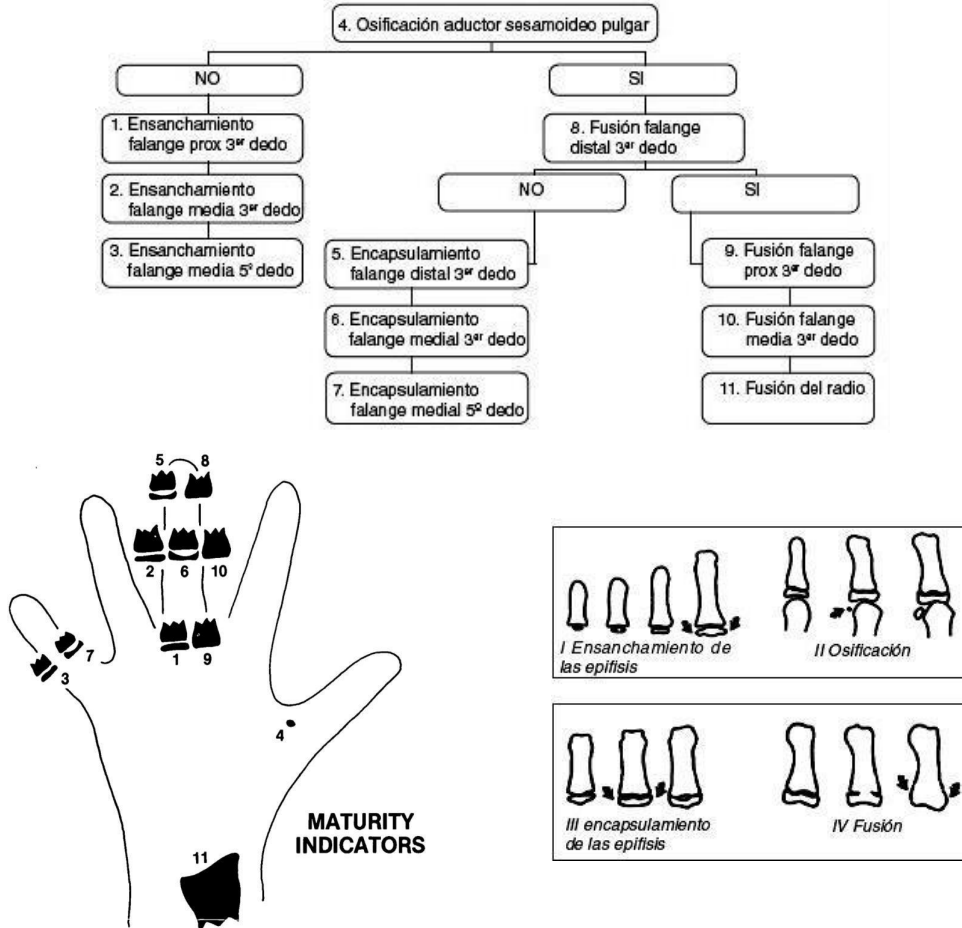
**RADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO
Método de MVC—Baccetti**



Código	Indicador	Interpretación
1	CS1 CS2	-2 - 1 año
2	CS3	Inicio
3	CS4	Pico
4	CS5 CS6	Finalización

Código:

RADIOGRAFÍA CARPAL



Código	Indicador	Interpretación
1	Ensanchamiento de epifisis	-1 año
2	Osificación	Inicio
3	Encapsulamiento de epifisis	Pico
4	Fusión	Finalización

Código:

ANEXO 9.

Glosario de términos

- **Edad biológica:** Edad de maduración corporal transcurrida desde el nacimiento del individuo, la cual varía entre cada persona.
- **Edad cronológica:** Edad transcurrida desde el nacimiento del individuo.
- **Inicio de madurez esquelética:** Etapa de inicio del ritmo de crecimiento esquelético.
- **Pico de crecimiento puberal:** Etapa del ritmo de crecimiento que culmina con un pico de máxima velocidad de desarrollo óseo.
- **Etapa de finalización de madurez esquelética:** Etapa donde culmina el pico de crecimiento seguido de una progresiva deceleración hasta que el crecimiento se detiene completamente, momento en que se alcanza la talla definitiva.
- **Radiografía lateral de cráneo:** técnica radiográfica extraoral mediante la cual se obtiene una vista lateral del cráneo y las estructuras óseas de la cara.
- **Radiografía carpal:** método de diagnóstico más usado y aceptado para determinar el nivel de maduración ósea de un individuo.
- **Método de evaluación carpal según Fishman:** Considera el análisis de 11 estructuras localizadas en la radiografía de mano y muñeca, para determinar la madurez esquelética.
- **Método de Maduración de vértebras cervicales:** Propuesto por Baccetti y colaboradores que se realiza mediante el análisis de 4 vértebras cervicales en una radiografía lateral de cráneo.