

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**

**ESCUELA DE ESTOMATOLOGÍA**



**“RELACIÓN ENTRE LOS ESTADÍOS DE MADURACIÓN ÓSEA  
MEDIANTE LOS MÉTODOS RADIOGRÁFICOS CARPAL, DEL  
DEDO MEDIO Y DE VÉRTEBRAS CERVICALES EN SUJETOS DE 7  
A 18 AÑOS DE EDAD”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE CIRUJANO DENTISTA**

**AUTOR**

Figuroa Abado, José Edgardo

**ASESOR**

CD. Dr. Marcos Jimmy Carruitero Honores.

**TRUJILLO – PERU**

**2017**

## **DEDICATORIA**

### **A mi abuela Cristina y mi abuelo José Antonio**

Por darme ese coraje de seguir luchando en el día a día; a pesar de las adversidades que se presenten. Y por todas sus enseñanzas que me dieron en vida, las cuales van a quedar como un legado para mí.

### **A mis padres**

Por darme ese apoyo incondicional a pesar de los obstáculos que se presentaron. Nunca dejaron de creer en mí.

Por retarme siempre, que no me sienta cómodo en ningún lado; diciéndome que siempre se puede ser mejor que ayer.

### **A mi abuela Vida, mi abuelo Valentín y mi familia**

Por darme su apoyo y sus consejos de palabra amiga, el cual era preciso en cada situación complicada de mi vida; dándome esa fortaleza de poder enfrentarlo con seguridad.

### **A mi hija Alanna**

Por darme esa fuerza adicional, por ser mi motivo de seguir luchando al máximo en la vida, de no de rendirme y de sacar la mejor versión de mí.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios por permitirme cumplir esta meta tan grande y anhelada en la vida profesional, por darme salud y ayudarme a avanzar con claridad y fortaleza en todos los obstáculos de mi vida.

Agradezco a mi alma máter y todos los docentes que participaron en mi formación profesional, en especial al Dr. Marco Carruitero Honores quién formó parte del desarrollo de este estudio con mucha paciencia y exigencia académica.

## RESUMEN

**OBJETIVO:** El presente estudio tuvo como propósito determinar la relación entre los estadios de maduración ósea mediante los métodos radiográficos carpales, del dedo medio y de vértebras cervicales en sujetos de 7 a 18 años de edad.

**MATERIAL Y METODO:** Este estudio fue de tipo retrospectivo, descriptivo, transversal y observacional. La muestra estuvo conformada por 266 radiografías carpales y cefalométricas de pacientes, tomadas desde el 12 de agosto del 2013 hasta el 20 de diciembre del 2014 y que cumplían con los criterios establecidos. Las radiografías fueron evaluadas mediante los métodos radiográficos de Fishman, Hagg-Taranger modificado y el método de Hassel y Farman. La correlación fue evaluada mediante el coeficiente de correlación de Spearman.

**RESULTADOS:** Se obtuvo una correlación de 0.949 entre el método de Hagg-Taranger modificado y Fishman. Así mismo la correlación entre el método de Hagg-Taranger modificado y Hassel y Farman fue de 0.957. Por último la correlación entre el método de Fishman y Hassel y Farman fue de 0.936. Por otro lado, el método de Hagg-Taranger modificado obtuvo una sensibilidad de 95% y especificidad de 86.56% respecto al método de Fishman para detectar el pico máximo de crecimiento puberal, como prueba diagnóstica. Mientras que el método de Hassel y Farman obtuvo una sensibilidad de 95% y especificidad de 77.96 %.

**CONCLUSIONES:** Los tres métodos radiográficos tienen alta correlación; además los métodos de Hagg-Taranger modificado, y de Hassel y Farman pueden ser utilizados como métodos fidedignos de diagnóstico para detectar el pico máximo de crecimiento puberal.

**Palabras Claves:** Maduración ósea, método radiográfico, mano-muñeca, vértebras cervicales, dedo medio.

## **ABSTRACT**

**AIMS:** The present study was to determine the relation between the stage of skeletal maturity by radiographic methods carpal, of the middle finger and of cervical vertebrae in subjects from 7 to 18 years of age.

**MATERIALS AND METHODS:** This study was of type retrospective, descriptive, cross-sectional and observational. The sample was shaped by 266 carpal and lateral cephalometric radiographs of patients taken from August 12, 2013 until December 20, 2014 and that met the inclusion criteria. The radiographs were evaluated by mean of the radiographic methods of Fishman, modified Hagg-Taranger and the method of Hassel and Farman. The correlation was evaluated by means of the coefficient of Spearman's correlation.

**RESULTS:** Spearman's correlation was obtained as statistical results between the method of modified Hagg-Taranger and Fishman was of 0.949. Also correlation between the method of modified Hagg-Taranger and Hassel and Farman was of 0.957. Finally the correlation between the method of Fishman and Hassel and Farman was of 0.936. The method of modified Hagg-Taranger in comparison with Fishman's method to detect the maximum peak of growth puberal, as proof diagnostic obtained a sensibility of 95 % and specificity of 86.56 %. However the method of Hassel and Farman obtained a sensibility of 95 % and specificity of 77.96 %.

**CONCLUSIONS:** Three radiographic methods have high correlation; also the method of modified Hagg-Taranger and Hassel and Farman can be used as a trustworthy method of diagnosis to detect the maximum peak of growth puberal.

**Keywords:** Skeletal maturity, radiographic method, hand-wrist, cervical vertebrae, middle finger.

## ÍNDICE

	PAG.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
I. INTRODUCCIÓN	7
II. DISEÑO METODOLÓGICO	11
III. RESULTADOS	20
IV. DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES	31
VI. RECOMENDACIONES	32
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	

## INTRODUCCION

El estadio de maduración ósea o esquelética de una persona se refiere al grado de desarrollo de osificación de un hueso, con independencia de la edad cronológica; además constituye un indicador de gran utilidad para los tratamientos ortopédicos, guiando al clínico a tomar decisiones eficientes en momentos precisos,<sup>1</sup> por este motivo se han desarrollado diversos métodos radiográficos que evalúan la madurez esquelética , siendo el más utilizado el método radiográfico de mano y muñeca de Fishman;<sup>2</sup> el cual consiste en la evaluación de 11 estadios de maduración carpal , observando 4 indicadores: Ensanchamiento de las epífisis, osificación, encapsulamiento de las epífisis y fusión de epífisis y diáfisis.<sup>3</sup>

El análisis resumido propuesto por Hagg-Taranger centra la toma radiográfica a la falange media del tercer dedo debido a que el proceso de osificación de esta falange tiene gran relación con la curva de crecimiento. Este análisis sugiere que los 5 estadios de osificación de la falange media del tercer dedo de la mano FM3 representaban los diferentes estadios de repentino crecimiento puberal, desde el inicio hasta el final.<sup>4</sup> Rajagopal y Kansal<sup>5</sup> realizaron una modificación a este método radiográfico, al cual agregaron el estadio HI; de esta manera este análisis queda compuesto por 6 estadios de maduración ósea.

Se ha enfocado en el análisis de maduración ósea mediante radiografía lateral de vértebras cervicales; debido a que presentan mucha relación con los centros de osificación de mano y muñeca.<sup>6</sup> Hassel y Farman<sup>7</sup> corroboraron la eficiencia de usar como indicador de maduración ósea las vértebras cervicales, para esto modificaron la técnica de Lamparski. Evaluaron la presencia y ausencia de curvatura de C2, C3 y C4 y la forma general de sus cuerpos. Se omitió el análisis de las vértebras C5 y C6 por no

ser visibles en las teleradiografías comunes. Establecieron seis categorías que indican la maduración de las vértebras cervicales y se usó la nomenclatura CVMS (Cervical Vertebrae Maturation Study).<sup>7</sup>

El método estándar para evaluar la madurez esquelética ha sido el uso de la radiografía de mano y muñeca, ya que poseen un gran número de huesos y epífisis en desarrollo y por lo que resulta posible el seguimiento de los cambios a través de los años a medida que el individuo crece.<sup>8</sup> Es así como a lo largo del tiempo múltiples investigadores han buscado determinar la correlación entre los estadios del método radiográfico carpal y del tercer dedo encontrando una alta correlación como lo manifiesta Toledo y Otaño<sup>9</sup> en 2010 en un estudio transversal y prospectivo en 150 pacientes entre 8 y 16 años por dos años. Obteniéndose una correlación rho de 0.9. Así mismo Bala M. y col.<sup>10</sup> realizaron un estudio prospectivo y transversal en el Norte de India en el cual participaron 170 pacientes entre 8 y 16 años de edad demostrando que la edad ósea de MP3 y de la mano –muñeca radiográfica muestra una alta correlación en todos los grupos de edad para ambos sexos.

Por otro lado la alta correlación de la maduración ósea por vértebras cervicales y mano-muñeca ha sido estudiada por mucho tiempo como lo demuestra Hassel y Farman.<sup>5</sup> Posteriormente Baccetti, Franchi y Mc Namara en su estudio prospectivo de 706 pacientes establecieron su método; determinando una alta correlación entre los 5 estadios de su método y los 11 de Fishman.<sup>6</sup>

La evaluación de la madurez esquelética es una parte integral de diagnóstico interceptivo y planificación del tratamiento ortopédico.<sup>14</sup> Es así que muchos investigadores comenzaron a buscar la correlación entre la maduración esquelética de vértebras cervicales y tercer dedo como Prasad M, Ganji VS y col.<sup>11</sup> que en un estudio de 200 pacientes de origen indio se demostró una alta concordancia entre los 6 estadios

establecidos por Hassel y Farman ( CVM) y los 6 estadios de Rajagopal y Kansal (MP3). Además Ricky WK y col.<sup>12</sup> en un estudio retrospectivo evaluaron 400 radiografías en una población China randomizada entre 10 y 17 años concluyéndose como un indicador valido la maduración ósea de MP3 para predicción de crecimiento puberal por la alta correlación con CVM así como lo corrobora Toledo<sup>13</sup> en su investigación.

Pasciuti E, Franchi L, Baccetti T y col.<sup>26</sup> realizaron un estudio con 100 sujetos en crecimiento para poder analizar la reproducibilidad de tres métodos: la mano-muñeca, cuello uterino maduración vertebral (CVM), y las falanges mediales del tercer método del dedo (MP3). La conclusión de este estudio fue que los tres métodos revelaron un alto grado de repetibilidad y reproducibilidad, además se observó completo acuerdo entre los tres métodos en el 70% de las muestras analizadas.

Ozer y col<sup>27</sup> realizaron un estudio en 150 pacientes masculinos, con edades comprendidas entre 9 y 19 años, que se encontraban en tratamiento ortodontico, con el propósito de determinar la correlación entre el índice de maduración de las vértebras cervicales y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo, para lo cual realizan telerradiografías laterales de cráneo y radiografías de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda, encontrando coeficientes de correlación altos entre los estadios de maduración vertebral y los de la falange, por lo que concluyen que la falange media del tercer dedo puede ser usada en la evaluación de la maduración esquelética de los pacientes.

El presente estudio es necesario porque hay poca evidencia científica de la relación de los 3 estadios de maduración ósea. Además no hay muchos estudios en nuestro país de la utilización del dedo medio como método radiográfico de maduración ósea para tratamientos ortopédicos; el cual puede ser de gran utilidad en los lugares de nuestro

país donde no hay orto pantomógrafos para poder realizar radiografías carpales ni cefalométricas; y de esta manera poder predecir aproximadamente el pico de crecimiento puberal y poder establecer un tratamiento ortopédico eficaz y adecuado en el menor tiempo posible, utilizando una radiografía periapical y un equipo dental de rayos X convencional.

En tal sentido, determinar la relación entre los estadios de maduración ósea mediante los métodos radiográficos carpal, del dedo medio y de vértebras cervicales en sujetos de 7 a 18 años de edad fue el propósito de esta investigación.

## **1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

¿Existe relación entre los estadios de maduración ósea mediante los métodos radiográficos carpal, del dedo medio y de vértebras cervicales en sujetos de 7 a 18 años de edad?

## **2. HIPÓTESIS:**

Existe relación entre los estadios de maduración ósea mediante los métodos radiográficos carpal, del dedo medio y de vértebras cervicales en sujetos de 7 a 18 años de edad.

## **3. OBJETIVOS:**

### **3.1. Objetivo General:**

- Determinar la relación entre los estadios de maduración ósea mediante los métodos radiográficos carpal, del dedo medio y de vértebras cervicales en sujetos de 7 a 18 años de edad.

### 3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar la frecuencia de los estadios de maduración ósea por el método radiográfico carpal.
- Determinar la frecuencia de los estadios de maduración ósea por el método radiográfico del dedo medio.
- Determinar la frecuencia de los estadios de maduración ósea por el método radiográfico de vértebras cervicales.
- Determinar la correlación entre los estadios de maduración ósea mediante los métodos radiográficos carpal, del dedo medio y de vértebras cervicales, según sexo.
- Determinar la sensibilidad y especificidad del método radiográfico del dedo medio según crecimiento puberal máximo.
- Determinar la sensibilidad y especificidad del método radiográfico de vertebras cervicales según crecimiento puberal máximo.

## II. DISEÑO METODOLÓGICO

### 1. MATERIAL DE ESTUDIO

#### 1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

<b>Según el período en que se capta la información</b>	<b>Según la evolución del fenómeno estudiado</b>	<b>Según la comparación de poblaciones</b>	<b>Según la interferencia del investigador en el estudio</b>
Retrospectivo	Transversal	Descriptivo	Observacional

## **1.2 AREA DE ESTUDIO**

El presente estudio se desarrolló en el Centro de Diagnóstico por Imágenes Hugo Aguayo Olivares, distrito Lima, departamento Lima.

## **1.3 DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN MUESTRAL**

La población fue constituida por los pacientes que acudieron por radiografías cefalométricas y carpales al Centro de Diagnóstico por Imágenes Hugo Aguayo Olivares tomadas desde el 12 de agosto del 2013 hasta el 20 de diciembre del 2014 y que cumplieron con los criterios establecidos.

### **1.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

#### **1.3.1.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Radiografía tomada en el Centro de Diagnóstico por Imágenes Hugo Aguayo Olivares tomadas desde el 12 de agosto del 2013 hasta el 20 de diciembre del 2014 y que cumplan con los criterios establecidos; tanto para el sexo masculino como del femenino entre los 7 y los 18 años de edad.
- Radiografía carpal y cefalométrica tomadas en la misma sesión
- Radiografía que presente nitidez y claridad.

- Radiografía carpal donde se observe las estructuras óseas de mano y carpo claramente delimitadas
- Radiografía cefalométrica donde se observe las vértebras cervicales C2, C3y C4 claramente delimitadas.

#### **1.3.1.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Radiografía carpal de paciente con alteración de visibilidad evidente en los huesos de la mano y muñeca.
- Radiografía cefalométrica de paciente con alteración de visibilidad evidente en vértebras cervicales.

#### **1.3.2. DISEÑO ESTADISTICO DE MUESTREO**

##### **1.3.2.1. UNIDAD DE ANÁLISIS**

Radiografía carpal y cefalométrica de paciente tomada en el Centro de Diagnóstico por Imágenes Hugo Aguayo Olivares desde el 12 de agosto del 2013 hasta el 20 de diciembre del 2014 y que cumplan con los criterios establecidos.

##### **1.3.2.2. UNIDAD DE MUESTREO**

Paciente que acuda por radiografía carpal y cefalométrica en el Centro de Diagnóstico por Imágenes Hugo Aguayo Olivares desde el 12 de agosto del 2013 hasta el 20 de diciembre del 2014 y que cumplan con los criterios establecidos.

### **1.3.2.3. MARCO DE MUESTREO**

Relación de radiografías carpales y cefalométricas de los pacientes del Centro de Diagnóstico por Imágenes Hugo Aguayo Olivares tomadas desde el 12 de agosto del 2013 hasta el 20 de diciembre del 2014, que cumplan con los criterios establecidos, registradas digitalmente a través del programa Dimaxis Pro versión 10.

### **1.3.2.4. TAMAÑO MUESTRAL**

La población fue constituida por 304 radiografías carpales y cefalometricas; pero por falta de visibilidad en las vértebras cervicales en algunas radiografías cefalometricas, o en algunos casos ausencia de la radiografía cefalometrica y/o carpal de algunos pacientes. Resultando de esta manera la muestra final en 266 radiografías carpales y cefalometricas que cumplieran con todos los criterios de inclusión.

## **1.4. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Para la ejecución de la presente investigación, se siguieron los principios de la declaración de Helsinki, adaptada por la 18° Asamblea Médica Mundial (Helsinki, 1964), y modificada en la 64° Asamblea General en Fortaleza, Octubre 2013.

## **2. MÉTODO, PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **2.1. MÉTODO**

La observación

## **2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

### **A. Aprobación del proyecto**

El primer paso para la realización del presente trabajo de investigación fue conseguir la obtención del permiso para su ejecución, tras la aprobación del proyecto por parte de la Comisión de Investigación de la Escuela de Estomatología de la Universidad Privada Antenor Orrego con la correspondiente Resolución Decanal.

### **B. Autorización para su ejecución**

Una vez aprobado el proyecto se procedió a solicitar la autorización al Centro de Diagnóstico por Imágenes Hugo Aguayo Olivares para la realización del trabajo de investigación, y así tener acceso a los archivos radiográficos. A quienes se les explicó el propósito y características del estudio y se estableció un cronograma de visitas.

### **C. Observación de las radiografías**

Todas las radiografías fueron tomadas por el mismo técnico radiólogo y con el mismo aparato (Ortopantógrafo marca Planmeca Pro Max), el cual pertenece al Centro de Diagnóstico por Imágenes Hugo Aguayo Olivares. Las radiografías tenían códigos y fueron observadas directamente en una computadora a través del programa Dimaxis Pro V. 10. Para la mejor visualización se empleó las funciones zoom, contraste, brillo, seudocolor y saturación de color según sea necesario.

#### **D. Observación de la maduración ósea por el método carpal de Fishman**

Para el análisis de las radiografías carpales se considerarán los siguientes estadios según Fishman<sup>3</sup> (Anexo 01)

#### **E. Observación de la maduración ósea por el método de Hagg-Taranger Modificado**

Para el análisis de las radiografías carpales se considerarán los siguientes estadios según Hagg-Taranger Modificado<sup>5</sup> (Anexo 02)

#### **F. Observación de la maduración ósea por el método de las vértebras cervicales de Hassel y Farman**

Para el análisis de las radiografías cefalométricas se considerarán los siguientes estadios según Hassel y Farman<sup>7</sup> (Anexo 03)

#### **G. Calibración interexaminador**

El examinador se calibró con un cirujano dentista experto en el tema tras la evaluación de 24 radiografías cefalométricas y 24 radiografías carpales, determinándose la validez de las mediciones interexaminador e intraevaluador mediante índice de Kappa que variaron entre 0.736 y 0.849 (Anexo 04)

#### **H. Recolección de la muestra**

Se observó 266 radiografías carpales y cefalométricas mediante el programa DIMAXIS; las cuales cumplían con los criterios establecidos. Las cuales se registraron en una ficha especial elaborada para esta investigación.

### **2.3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se utilizará una ficha elaborada específicamente para esta investigación donde se registrarán los estadios de Fishman, Hagg-Taranger Modificado y Hassel y Farman que indica tanto la radiografía cefalométrica y carpal para cada paciente.

(Anexo 05)

## 2.4. VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	CLASIFICACIÓN		ESCALA DE MEDICIÓN
			NATURALEZA	FUNCIÓN	
Método radiográfico mano y muñeca	Método empleado para determinar la maduración ósea empleando radiografía carpal. <sup>3</sup>	Método de Fishman compuesto por 11 estadios. <sup>3</sup>	CATEGÓRICA	XXXX	ORDINAL
Método radiográfico dedo medio	Método empleado para determinar la maduración ósea empleando radiografía dedo medio. <sup>5</sup>	Método de Hagg-Taranger Modificado. Compuesto por 6 estadios. <sup>5</sup>	CATEGÓRICA	XXXX	ORDINAL
Método radiográfico vértebras cervicales	Método empleado para determinar la maduración ósea empleando radiografía cefalométrica. <sup>7</sup>	Método Hassel y Farman. Compuesto por 6 estadios. <sup>7</sup>	CATEGÓRICA	XXXX	ORDINAL

### **3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Los datos fueron recolectados y fueron ingresados en una base de datos en IBM SPSS Statistics 23 para ser procesados y presentados en tablas de frecuencias para los estadios de maduración ósea por cada método.

La relación de la maduración ósea entre los diversos métodos radiográficos se realizó mediante el coeficiente de Correlación de Spearman.

Se consideró un nivel de significancia del 5% ( $p < 0.05$ )

Además se utilizó tabla de doble entrada y formula estadística de prueba diagnóstica para poder determinar la sensibilidad y especificidad del método radiográfico de Hagg-Taranger modificado en comparación con el método de Fishman en la detección del pico máximo de crecimiento puberal. Además se utilizó el mismo procedimiento para poder determinar la sensibilidad y especificidad del método radiográfico de Hassel y Farman en comparación con el método de Fishman en la detección del pico máximo de crecimiento puberal.

### III. RESULTADOS

Determinar la relación entre los estadios de maduración ósea mediante los métodos radiográficos carpales, del dedo medio y de vértebras cervicales en sujetos de 7 a 18 años de edad fue el propósito de nuestra investigación. A continuación, se muestran los resultados obtenidos, la cual tuvo una muestra de 266 sujetos (144 mujeres y 122 hombres) entre 7 y 18 años de edad ( $12.5 \pm 2.164$  años)

La correlación entre el método de Hagg-Taranger modificado con el método de Fishman fue de 0.949 y con el método de Hassel y Farman fue de 0.957. La correlación entre el método de Fishman y el método de Hassel y Farman fue de 0.936 (Tabla N° 01).

Al analizar las radiografías carpales mediante el método de Fishman se encontró una alta frecuencia en sujetos con estadio 7 (29.3%) y estadio 3 (24.4%); además se encontró un 30.1% de sujetos en pico de crecimiento (estadio 6 y 7 dentro de pico de crecimiento) [Tabla N° 02].

Al analizar las radiografías carpales mediante el método de Hagg-Taranger modificado se encontró una alta frecuencia en sujetos con estadio FG (26.3%), estadio H (19.2%) y estadio G (18.8%); además se encontró un 38% de sujetos en pico de crecimiento (estadio G y H dentro de pico de crecimiento) [Tabla N° 03].

Al analizar las radiografías cefalométricas mediante el método de Hassel y Farman se encontró una alta frecuencia en sujetos con estadio 3 (25.2%), estadio 2 (19.9%) y estadio 4 (18.8%); además se encontró un 44 % de sujetos en pico de crecimiento (estadio 3 y 4 dentro de pico de crecimiento) [Tabla N° 04].

La correlación entre el método de Hagg-Taranger modificado con el método de Fishman fue de 0.925 y con el método de Hassel y Farman fue de 0.928 en el caso de los hombres, y de 0.949 y de 0.963, respectivamente, en el caso de las mujeres (Tabla N° 05).

En la detección del pico crecimiento frente al método de Fishman la sensibilidad (95%) y especificidad (86.56%) del método de Hagg-Taranger modificado fueron altas; en cambio el valor predictivo positivo fue moderado (66.34%), pero alto el valor predictivo negativo (97.58%) [Tabla N° 06].

En la detección del pico crecimiento frente al método de Fishman la sensibilidad (95%) y especificidad (77.96%) del método de Hassel y Farman fueron altas; en cambio el valor predictivo positivo fue moderado (64.96%), pero alto el valor predictivo negativo (97.32%) [Tabla N° 07].

TABLA N° 01- CORRELACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS RADIOGRÁFICOS  
 CARPAL, DEL DEDO MEDIO Y DE VÉRTEBRAS CERVICALES EN SUJETOS  
 DE 7 A 18 AÑOS DE EDAD

	FISHMAN	HAGG-TARANGER	HASSEL Y FARMAN
FISHMAN		0.949	0.936
HAGG-TARANGER	0.949		0.957
HASSEL Y FARMAN	0.936	0.957	

Coefficiente de correlación de Spearman

GRAFICO N° 1- CORRELACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS RADIOGRÁFICOS  
 CARPAL, DEL DEDO MEDIO Y DE VÉRTEBRAS CERVICALES EN SUJETOS  
 DE 7 A 18 AÑOS DE EDAD

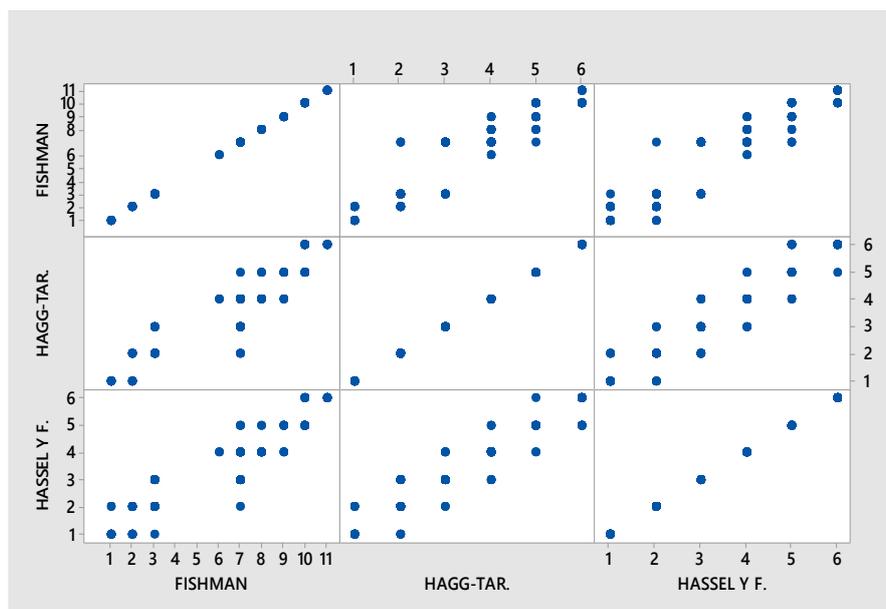


TABLA N° 02- ESTADIOS DE MADURACION OSEA POR EL METODO DE  
FISHMAN

Estadios	Sujetos	
	n	%
I	16	6.0
II	23	8.6
III	65	24.4
VI	2	0.8
VII	78	29.3
VIII	14	5.3
IX	12	4.5
X	37	13.9
XI	19	7.1
Total	266	100.0

TABLA N° 03- ESTADIOS DE MADURACION OSEA POR EL METODO DE  
HAGG-TARANGER MODIFICADO

Estadios	Sujetos	
	n	%
F	26	9.8
F G	70	26.3
G	50	18.8
H	51	19.2
H I	26	9.8
I	43	16.2
Total	266	100.0

TABLA N° 04- ESTADIOS DE MADURACION OSEA POR EL METODO DE  
HASSEL Y FARMAN

Estadios	Sujetos	
	n	%
I	26	9.8
II	53	19.9
III	67	25.2
IV	50	18.8
V	39	14.7
VI	31	11.7
Total	266	100.0

TABLA N° 05- CORRELACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS RADIOGRÁFICOS  
CARPAL, DEL DEDO MEDIO Y DE VÉRTEBRAS CERVICALES EN SUJETOS  
DE 7 A 18 AÑOS DE EDAD, SEGÚN SEXO

		FISHMAN	HAGG- TARANGER	HASSEL Y FARMAN
FISCHMAN			0.925	0.907
Hombres	HAGG-TARANGER	0.925		0.928
	HASSEL Y FARMAN	0.907	0.928	
FISHMAN			0.949	0.940
Mujeres	HAGG-TARANGER	0.949		0.963
	HASSEL Y FARMAN	0.940	0.963	

Coefficiente de correlación de Spearman

TABLA N° 06- VALOR DIAGNÓSTICO EN EL CRECIMIENTO PUBERAL  
MÁXIMO DEL MÉTODO RADIOGRÁFICO DE HAGG-TARANGER  
MODIFICADO EN COMPARACIÓN CON EL DE FISHMAN.

HAGG- TARANGER MODIFICADO	FISHMAN		
	Pico de crecimiento	Fuera de pico de crecimiento	Total
Pico de crecimiento	76	25	101
Fuera de pico de crecimiento	4	161	165
Total	80	186	266

	Valor	IC 95%	
		Inferior	Superior
Sensibilidad	95.00	89.60	100.00
Especificidad	86.56	81.39	91.73
Valor predictivo +	75.25	66.34	84.16
Valor predictivo -	97.58	94.93	100.00

TABLA N° 07- VALOR DIAGNÓSTICO EN EL CRECIMIENTO PUBERAL  
MÁXIMO DEL MÉTODO RADIOGRÁFICO DE HASSEL Y FARMAN EN  
COMPARACIÓN CON EL DE FISHMAN.

HASSEL Y FARMAN	FISHMAN		
	Pico de crecimiento	Fuera de pico de crecimiento	Total
Pico de crecimiento	76	41	101
Fuera de pico de crecimiento	4	145	165
Total	80	186	266
		IC 95%	
	Valor	Inferior	Superior
Sensibilidad	95.00	89.60	100.00
Especificidad	77.96	71.73	84.18
Valor predictivo +	64.96	55.88	74.03
Valor predictivo -	97.32	94.38	100.00

#### IV. DISCUSIÓN

Muchos métodos radiográficos de maduración ósea a lo largo del tiempo han sido descritos y evaluados. De todos ellos el Gold estándar es el método radiográfico de mano-muñeca para objetivos ortopédicos.<sup>15,16</sup> Sin embargo, la evaluación de edad esquelética basada en la morfología vertebral, representada sobre las radiografías cefalométricas también son establecidas en el ajuste clínico.<sup>17</sup>

Diversos estudios Hassel y Farman,<sup>7</sup> García-Fernández y col.,<sup>18</sup> Kucukkeles y col.,<sup>19</sup> están de acuerdo en que la evaluación de la mano de la muñeca madurez y la evaluación de la madurez vértebras cervicales son indicadores de madurez del esqueleto clínicamente útiles para la evaluación de la pubertad período de crecimiento. Sin embargo, estudios Gabriel y col.,<sup>20</sup> Baptista y col., (2012),<sup>21</sup> Nestman y col.,<sup>22</sup> han demostrado que existe una mala reproducibilidad global del método CVM.

Madhu y col. (2003)<sup>23</sup> declaró que los métodos CVMI requieren un equipo complejo. También añadió que; el tiempo de exposición a la radiación y la dosis también fueron altas. Para superar las deficiencias anteriores Abdel-Kader (1999) ha sugerido un método para evaluar la madurez esquelética mediante el registro de la radiográficamente MP3.<sup>5,24,25</sup>

El objetivo de este estudio es determinar la relación entre los estadios de maduración ósea mediante los métodos radiográficos carpal, del dedo medio y de vértebras cervicales en sujetos de 7 a 18 años de edad.

En este estudio las correlaciones de los 3 métodos radiográficos fueron altas. Estos resultados son similares a los de Pasciuti E, Franchi L, Baccetti T y col.<sup>26</sup>

en la cual realizaron un estudio con 100 sujetos en crecimiento para poder analizar la reproducibilidad de tres métodos: la mano-muñeca, cuello uterino maduración vertebral (CVM), y las falanges mediales del tercer método del dedo (MP3). La conclusión de este estudio fue que los tres métodos revelaron un alto grado de repetibilidad y reproducibilidad, además se observó completo acuerdo entre los tres métodos en el 70% de las muestras analizadas.

Toledo G y Otaño R.<sup>9</sup> realizaron un estudio prospectivo y transversal en el año 2010 con 150 pacientes entre 8 y 16 años de edad; en la cual obtuvieron una correlación alta entre el método del dedo medio y los métodos de TW2 y Grave y Brown (correlación entre 0.888 y 0.921). Con respecto a nuestro estudio los valores de la correlación son menores, posiblemente porque Toledo y col. utilizaron el método del dedo medio según Toledo, el método TW2 y Grave y Brown para el análisis carpal.

Ozer T y col.<sup>27</sup> realizaron un estudio transversal con 150 varones entre 9 y 19 años de edad para determinar la correlación del índice vertebras maduración cervical con el índice de falange medial modificado. Encontrándose como resultado que las 6 etapas falange medial modificado son equivalentes a las 6 etapas de maduración vertebrales cervicales. Lo cual es muy similar con los resultados de la correlación en hombres de nuestro estudio posiblemente porque hemos usado los mismos métodos radiográficos.

Por otro lado basados en la realidad de nuestro país no todas las ciudades cuentan con ortopantomógrafos para la toma de estas radiografías (carpales y cefalométricas); motivo por el cual, determinar la fiabilidad de un método más viable y sencillo como es el método radiográfico del dedo medio, es también importante investigar en nuestro estudio.

Madhu y col.<sup>14</sup> realizaron un estudio con el objetivo de obtener un método único y sencillo para determinar la maduración esquelética utilizando los estadios de desarrollo de la falange media del tercer dedo, que se observa en una película radiográfica, tomada con un equipo de rayos X dental convencional; en una muestra de 67 pacientes, 35 varones entre 10 y 18 años de edad y 32 mujeres entre 8 y 16 años. Se clasificaron los estadios de la falange media del tercer dedo en 3 estadios: pacientes en el período anterior a alcanzar el pico puberal de crecimiento, pacientes que se encuentran en el período de crecimiento puberal y aquellos pacientes que habían pasado el período de crecimiento puberal. Estos autores encuentran concordancia entre los resultados obtenidos en el análisis de las vértebras cervicales y de la falange media del tercer dedo y concluyen que el análisis de la maduración de la falange media del tercer dedo, es un método alternativo que puede ser utilizado para determinar la maduración esquelética de los niños en crecimiento. Estos resultados son similares a los nuestros, con la única diferencia que nosotros establecimos los parámetros dentro y fuera del crecimiento puberal con respecto al método de Hagg-Taranger modificado y ellos establecieron tres parámetros (antes, durante y después del crecimiento puberal).

Giuseppe P. y col.<sup>28</sup> realizaron un estudio con 35 sujetos para determinar la fiabilidad diagnóstica del método radiográfico del 3° dedo en la identificación del pico de crecimiento mandibular. Encontrándose que la fiabilidad mostró variabilidad notable siendo mayor y menor para los intervalos de edad más jóvenes y mayores, respectivamente. Esto se debe posiblemente por la muestra pequeña con la que se realizó el estudio.

La distorsión propia que se da en las radiografías carpales por los ortopantomografos no permitieron una exactitud en el análisis de Hagg-Taranger modificado, la cual fue una limitante al momento de realizar nuestra investigación (uso de opciones de contraste y brillo en la visualización de estructuras óseas en radiografía carpal digital). Por lo cual recomendamos realizar un estudio en radiografías peri apicales, las cuales presentan mayor nitidez de las estructuras óseas a examinar.

Consideramos que nuestra investigación tiene un aporte clínico importante; ya que podemos determinar la maduración ósea con el uso de una radiografía peri apical y equipo de rayos X convencional con el método de Hagg-Taranger modificado, el cual es viable, de menor exposición radiológica al paciente y de bajo costo. De esta manera podemos establecer un correcto diagnóstico y establecer el tratamiento ortopédico-ortodontico necesario.

## V. CONCLUSIONES

- La correlación entre los estadios de maduración ósea del método radiográfico de Fishman, Hagg-Taranger modificado y Hassel y Farman es muy alta.
- Al analizar las radiografías por el método de Fishman se encontró una alta frecuencia en sujetos con estadio 7 y 3; además se encontró un 30.1% de sujetos en pico de crecimiento.
- Al analizar las radiografías carpales mediante el método de Hagg-Taranger modificado se encontró una alta frecuencia en sujetos con estadio FG, estadio H y estadio G; además se encontró un 38% de sujetos en pico de crecimiento.
- Al analizar las radiografías cefalométricas mediante el método de Hassel y Farman se encontró una alta frecuencia en sujetos con estadio 3, estadio 2 y estadio 4; además se encontró un 44 % de sujetos en pico de crecimiento.
- En relación al género, existe una alta correlación de los estadios de maduración de los 3 métodos radiográficos, tanto en hombres como en mujeres.
- El método radiográfico de Hagg-Taranger modificado tiene un alto grado de sensibilidad (95%) y especificidad (86.56%) como prueba diagnóstica en la detección del pico de crecimiento puberal.
- El método radiográfico de Hassel y Farman tiene un alto grado de sensibilidad (95%) y especificidad (77.96%) como prueba diagnóstica en la detección del pico de crecimiento puberal.
- El método radiográfico de Hagg-Taranger modificado y el método de Hassel y Farman son métodos fidedignos para poder determinar el pico máximo de crecimiento puberal.

## **VI. RECOMENDACIONES:**

- Realizar más estudios a futuro en los distintos departamentos del país, de modo que se registre mayor información a nivel nacional.
- Evaluar los diferentes estadios de maduración ósea según el método de Hagg-Taranger modificado con otros métodos.
- Realizar estudios de concordancia del método radiográfico de Hagg- Taranger modificado para determinar la fiabilidad y viabilidad de este método al emplearse por los cirujanos dentistas, y de esta manera poder establecer una ayuda diagnóstica para los tratamientos ortopédicos en los lugares de nuestro país que no existan ortopantomografos y solo dispongan de una radiografía periapical y un equipo de rayos X convencional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vellini F. Ortodoncia. Diagnóstico y planificación clínica. 1ed. Sao Paulo: Artes Médicas; 2002.
2. Chapman S. Ossification of the adductor sesamoid and the adolescent growth spurt. *Angle Orthod.* 1972;42:236-245.
3. Fishman L. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1981;52.
4. Hägg U, Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontologica Scandinavica.* 1980;38(1):187-200.
5. Rajagopal R, Kansal S. A comparison of modified MP3 stages and the cervical vertebrae as growth indicators. *J Clin Orthod* 2002;36:398-406
6. Baccetti T, Franchi L, Mc Namara JA. The cervical vertebral maturation method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod: Elsevier.* 2005;11(1):119-129.
7. Hassel B, Farman A. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107:58-66.
8. Hagg U, Pancherz H, Taranger J. Crecimiento puberal y tratamiento ortodóntico. Barcelona: Editorial Aguiram S.L. 1993;21-86.
9. Toledo G, Otaño R. A simplified method to determine the potential growth in Orthodontics patients. *Rev. Cubana Estomatol.* 2010;47(2).
10. Bala M, Pathak A, Jain RL. Evaluación de la edad ósea usando MP3 y muñeca radiografías y su correlación con edades cronológicas y dentales en los niños. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2010 Apr-Jun;28(2):95-9.

11. Prasad M, Ganji VS, George SA, Talapaneni AK, Shetty SK. Una comparación entre las vértebras cervicales y las etapas de MP3 modificados para la evaluación de la madurez esquelética. *J Nat Sci Biol Med.* 2013 Jan;4(1):74-80.
12. Ricky WK, Hessa A y Col. Use of cervical vertebral maturation to determine skeletal age. *Ajodo.* 2009 Oct;136(4):484 e1-484 e6.
13. Toledo G, Otaño R. A simplified method to determine the potential growth in Orthodontics patients. *Rev. Cubana Estomatol.* 2010;47(2).
14. Madhu S, Hedge AM, Munshi AK. The developmental stages of the middle phalanx of the third finger (MP3): a sole indicator in assessing the skeletal maturity?. *J Clin Pediatr Dent.* 2013; 27(2):149-156.
15. Hagg U, Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand.* 1980; 38:187-200.
16. Gilli G. The assessment of skeletal maturation. *Horm Res.* 1996; 45(2):49-2.
17. Turpin DL. British Orthodontic Society revises guidelines for clinical radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134:597-8.
18. García Fernández-P, Torre H, L Flores, J Rea. Las vértebras cervicales como indicadores de la maduración. *Clin Orthod.* 1998,32:221-5.
19. Kucukkeles N, Acar A, S Biron, Arun T. Las comparaciones entre las vértebras cervicales y la maduración de la mano-muñeca para la evaluación de la madurez esquelética. *J Clin Pediatr Dent.* 1999;24:47-52.
20. Gabriel DB, Southard KA, Qian F, Marshall SD, Franciscus RG, Southard TE. Cervical método vértebras de maduración: Pobre reproducibilidad. *Am J Orthod Dentofaciales Orthop.* 2009; 136: 478.e1-7.

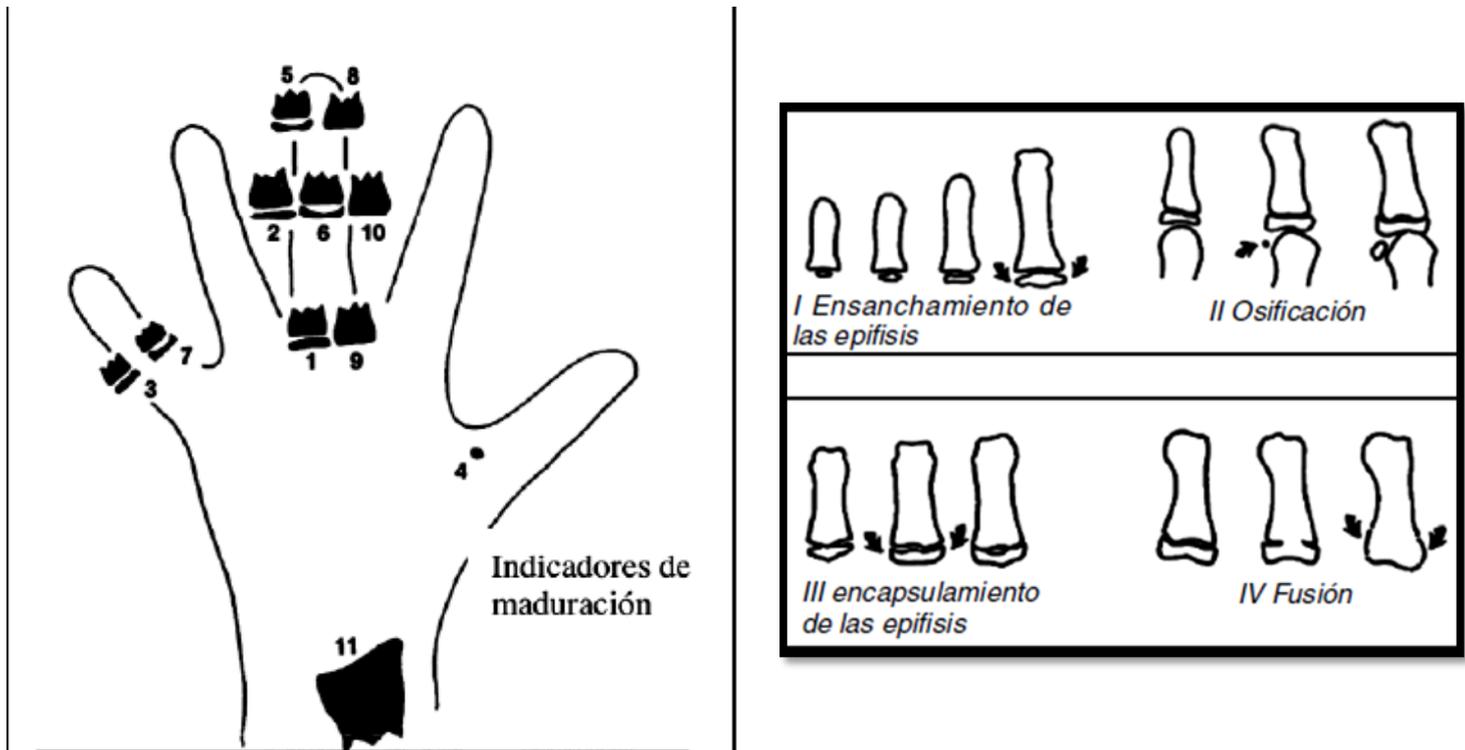
21. RS Baptista, Quaglio CL, Mourad LM, Hummel AD, Caetano CA, Ortolani CL, *et al.* Un método semi-automatizado para la evaluación de la edad ósea mediante la maduración vértebras cervicales. *Angle Orthod.* 2012;82:658-62.
22. TS Nestman, Marshall SD, Qian F, N Holton, Franciscus RG, Southard TE. La maduración del cuello uterino vértebras criterios morfológicos método: Pobre reproducibilidad. *Am J Orthod Dentofaciales Orthop.* 2011; 140: 182-8.
23. Madhu S, Hegde AM, Munshi AK. Las etapas de desarrollo de la falange media del tercer dedo (MP3): Un único indicador para evaluar la madurez del esqueleto?. *J Clin Pediatr Dent.* 2003;27:149-56.
24. Abdel-Kader HM. La fiabilidad de la película de radiografía dental en la evaluación de las etapas de MP3 del crecimiento puberal. *Am J Orthod Dentofaciales Orthop.* 1998;114:427-9.
25. Abdel-Kader HM. El potencial de la radiografía dental digital para el registro del sesamoideo aductor y las etapas de MP3. *Br J Orthod.* 1999; 26: 291-4.
26. Pasciuti E , Franchi L , Baccetti T , Milani S , Farronato G. Comparación de tres métodos para evaluar la madurez esquelética individual. *J Orofac Orthop.* 2013; 74 (5):397-408.
27. Torun Ö, Jalen D, Senem Y. Un método practico para determinar crecimiento puberal. *Ajodo.* 2006;130(2):131 e1-131 e6.
28. Giuseppe P, Valentina S, Luca C. Fiabilidad de diagnóstico del método de la maduración del dedo medio en la identificación del pico de crecimiento mandibular. *Eur J Orthod.* 2016.

# **ANEXOS**

## ANEXO 01

### PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS DE LAS RADIOGRAFÍAS CARPALES SEGÚN

#### FISHMAN



#### *I. Ensamblamiento 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. SMI 4: Aductor 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 02

### PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS DE LAS RADIOGRAFÍAS CARPALES SEGÚN HAGG-TARANGER MODIFICADO

El análisis de Hägg-Taranger sugería que los 5 estadios de osificación de la falange media del tercer dedo de la mano FM3 representaban los diferentes estadios de repentino crecimiento puberal, desde el mencionado inicio (ONSET) hasta el final (END)

**Estadio F:** la epífisis es tan ancha como la metáfisis y se asemeja a una isla.

**Estadio FG:** la epífisis es tan ancha como la metáfisis y hay un borde distinguible medial y/o lateral de la epífisis formando una línea demarcatoria en ángulos rectos con el borde distal.

**Estadio G:** los lados de la epífisis se han engrosado y tienden a cubrir su metáfisis en ambos lados formando un borde oscuro distalmente en uno o ambos lados.

**Estadio H:** ha comenzado fusión de la epífisis y metáfisis.

**Estadio HI:** La fusión entre la epífisis y metáfisis es más notoria.

**Estadio I:** está completada fusión de la epífisis y metáfisis

**MP3-F**



**MP3-FG**



**MP3-G**



**MP3-H**



**MP3-HI**



**MP3-I**



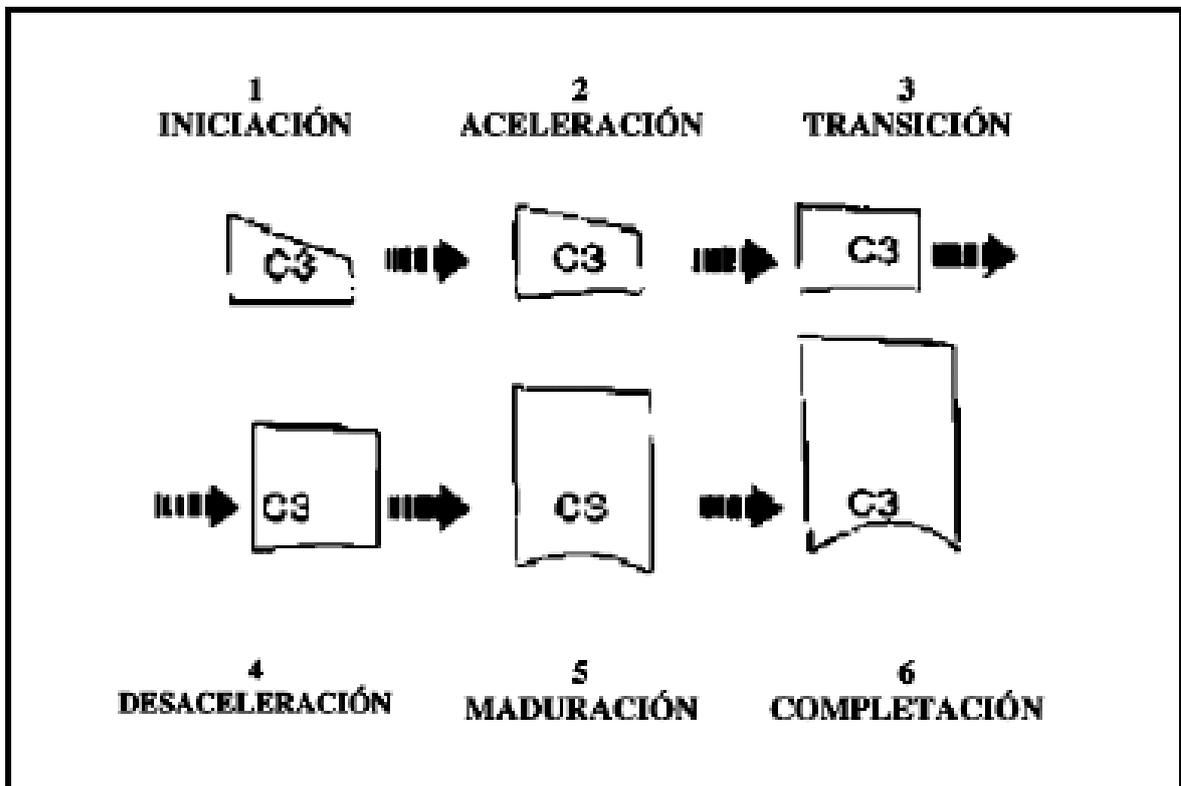
### ANEXO 03

#### PARÁMETROS PARA EL ANALISIS DE LAS RADIOGRAFÍAS DE VERTEBRAS CERVICALES SEGÚN HASSEL Y FARMAN

Hassel y Farman evaluaron la maduración esquelética usando la segunda, tercera y cuarta vértebra cervicales en las telerradiografías laterales de cráneo. Evaluaron la presencia y ausencia de curvatura de C3 - C4 y la forma general de sus cuerpos, además de los espacios intervertebrales. Establecieron seis categorías que indican la maduración de las vértebras cervicales y su relación con la maduración del individuo:

- 1- CVMS 1 o INICIACION:** Los bordes inferiores de C2 C3 y C4 se observaron planos, los bordes superiores inclinados en dirección posteroanterior y en general en forma de cuña. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 85 a 100%.
- 2- CVMS 2 o ACELERACION:** La aceleración del crecimiento está empezando en esta etapa donde se observa también desarrollo de concavidades en el borde inferior de C2 y C3 mientras que el borde inferior de C4 es plano. Los cuerpos de C3 y C4 tienen forma bastante rectangular. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 65 a 85%.
- 3- CVMS 3 o TRANSCICION:** Se observan concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3 e inicio en C4. Los cuerpos vertebrales son de forma rectangulares. Esta etapa se corresponde a una gran aceleración de crecimiento, que se acerca al PMCP. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 25 a 65%.

- 4- CVMS 4 o DESACELERACION:** las vértebras son de forma cuadrada y sus bordes inferiores se hicieron cóncavos En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 10 a 25%.
- 5- CVMS 5 o MADURACION:** se observan las vértebras de forma cuadrada y sus bordes inferiores son bastante cóncavos correspondiendo a la etapa de maduración final de vértebras y falange. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 5 a 10%.
- 6- CVMS 6 o COMPLETACION:** se observan en las vértebras C2 C3 y C4 concavidades profundas en los bordes; cuyos cuerpos se presentaron cuadrados o rectangulares con dimensión vertical mayor que la horizontal. En esta fase ya se ha completado el crecimiento.



**ANEXO 04**

**TABLA DE CALIBRACION INTEREVALUADOR E INTRAEXAMINADOR  
MEDIANTE INDICE KAPPA DE COHEN**

		Kappa
Intra- observador	Fishman	0.836
	Hagg-Taranger	0.781
	Hassel y Farman.	0.849
Inter- observador	Fishman	0.778
	Hagg-Taranger	0.736
	Hassel y Farman.	0.848

**ANEXO 05****FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

<b>N° PACIENTE</b>	<b>EDAD</b>	<b>SEXO</b>		<b>ESTADIOS</b>		
		<b>M</b>	<b>F</b>	<b>FISHMAN</b>	<b>HAGG- TARANGER MODIFICADO</b>	<b>HASSEL Y FARMAN</b>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						