



Escuela de Graduados
Facultad de Odontología

Universidad  de Valparaíso
CHILE

“Comparación de distintos métodos que mediante la radiografía de mano y muñeca, permiten estimar la edad ósea en niños y su máximo crecimiento puberal.”

Seminario de Tesis
Requisito para optar a la
Especialidad de Radiología
Oral y Maxilofacial

Residente:

Dr. Pablo Borie G.

Docente Guía:

Dr. Ramón Naranjo P.

Valparaíso - 2008

Dedicatoria

*“A mis padres por su ayuda durante mi crecimiento
y desarrollo como persona.
Por la oportunidad que me dieron de estudiar
y su incondicional apoyo.
A mi hermana, hermanos y abuelos por el cariño
que siempre me han brindado”.*

Agradecimientos

Para llevar a cabo de este Seminario de Tesis, fue fundamental la ayuda de las siguientes personas e institución:

- Dr. Ramón Naranjo, por toda la ayuda, compromiso y entusiasmo brindado.
- Dr. Fernando Weiss, por su colaboración con el análisis estadístico de los resultados.
- Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso, por proporcionar los equipos e insumos requeridos.

Índice

Contenidos	Págs.
1. Introducción.....	1
1.1 Aspectos Teóricos	
1.1.1 Anatomía de la mano y la muñeca.....	4
1.1.2 Técnica radiográfica en el estudio de la maduración ósea.....	5
1.1.3 Análisis de Greulich y Pyle.....	6
1.1.4 Método de Tanner & Whitehouse	7
1.1.5 Método de Eklof & Ringertz	9
1.1.6 Análisis de Björk y Helm.	10
1.1.7 Estudios científicos relacionados al tema.....	12
2. Objetivos	
2.1 Objetivo general.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3. Material y Método	
3.1 Universo	17
3.2 Muestra	17
3.3 Recolección de Información.....	17
3.4 Limitaciones del estudio.....	18
3.5 Análisis Estadístico.....	18
4. Resultados.....	19
5. Discusión.....	27
6. Conclusiones	29
7. Sugerencias	29
8. Resumen.....	30
9. Bibliografía.....	31
10. Anexos.....	33

1. Introducción

Al momento de emitir un diagnóstico y planificar un tratamiento en algunas ramas de la Odontología, es necesario tomar en cuenta la etapa de desarrollo en que se encuentra el paciente, en especial cerca de la pubertad donde se presentan cambios morfológicos importantes. Durante esta etapa se manifestarán las características faciales típicas que estarán en estrecha relación con el crecimiento corporal general.¹⁹

La edad cronológica, altura, peso, edad dentaria y edad ósea son indicadores del nivel de madurez del individuo. Observando los niveles de madurez de un niño, es posible hacer una estimación de cuando va alcanzar la pubertad o incluso el peak de crecimiento puberal. Esta estimación es muy variable y diferente, llegando los individuos al mismo estadio de desarrollo en diferentes edades cronológicas.²³

La **edad cronológica** es una referencia muy utilizada como indicador. Este factor es aplicable hasta la infancia, ya que al aproximarse la pubertad la aceleración de crecimiento es distinta para cada individuo y en este periodo la edad cronológica pierde su relevancia.^{19,7}

La **edad morfológica**, consiste en la estimación del desarrollo biológico, relaciona los cambios corporales de acuerdo a la edad cronológica, la cual esta representada con las variables talla-peso-edad del paciente, comparándolas con tablas internacionales que se utilizan en el control de niño sano. A estos métodos se les otorga un valor predictivo.^{19,7}

La edad cronológica generalmente no coincide con la edad morfológica o esquelética ya que varios factores contribuyen a esta variación: el género, la genética, la etnia y factores ambientales y nutricionales.^{23,7}

El uso de la **edad dental** proporciona información más precisa en lo que se refiere a los variados estados del desarrollo biológico y puede evaluarse de forma sencilla contando el número de dientes erupcionados o por las radiografías dentales en las que se constata el grado de desarrollo y mineralización.⁷

Se han utilizado diferentes métodos para establecer una relación de la edad dentaria con el grado de maduración, por ejemplo la clasificación de Nolla se realizó en niños y niñas de 5 a 17 años, donde se establece estadios de calcificación del 0 al 10. Otro estudio de la Universidad de Michigan considera importante evaluar el grado de longitud radicular en la dentición permanente. El estudio de Björk relaciona la erupción de dientes permanentes con respecto a la curva de crecimiento corporal general estableciendo fases dentarias.

Hurme clasifica la edad cronológica con promedios de la aparición de diferentes dientes en ambos maxilares según sexo, considerando tres períodos: erupción precoz, normal y tardía. Nanda relaciona el peak puberal con la presencia en el plano de oclusión de premolares en las mujeres y segundos molares en los varones.

El indicador dentario es fácil de constatar ya sea clínica o radiográficamente. Sin embargo los factores genéticos, ambientales y hormonales alteran la relación que existe entre la formación de las piezas dentarias y su erupción con respecto a la edad cronológica.¹⁹

Ningún método es totalmente satisfactorio para expresar el grado de madurez; sin embargo el desarrollo esquelético es uno de los recursos más útiles para cuantificarla. Dado que los centros de osificación presentan un patrón de cambio, en tamaño y forma un tanto fija, se les puede identificar y describir con base en radiografías. El desarrollo del esqueleto satisface dos criterios esenciales para obtener un índice adecuado de madurez: primero su resultado final es el mismo en todos los individuos normales en quienes concluye el crecimiento, y segundo, pasa por una serie de cambios reconocibles, comunes a todos los niños. ⁶

La **edad ósea o esquelética** ha sido la referencia comúnmente más utilizada en los estudios sobre el crecimiento y el desarrollo y se considera como un verdadero registro de la edad biológica.⁷

La determinación de la edad ósea se basa en las variaciones esqueléticas durante el desarrollo, pudiendo visualizarse y evaluarse en las radiografías de áreas seleccionadas del cuerpo, durante todo el período del crecimiento.

Se han descrito tres categorías de información obtenidas radiográficamente y que son tradicionalmente utilizadas:

- 1) El inicio de centros óseos específicos, que indican aposición ósea sobre el cartilago.
- 2) La definición y la caracterización de los huesos por diferenciación gradual de la forma.
- 3) Fusión de epifisis con sus respectivas diáfisis y en los huesos redondos o irregulares el alcance de los contornos y configuraciones apropiadas. ⁷

Cualquier parte o todas las partes del cuerpo podrían usarse para determinar este parámetro del desarrollo, pero en la práctica la mano y la muñeca son más adecuadas, por lo menos después que el niño ya tiene 1 año, debido a la presencia de varios huesos y epifisis en un área tan pequeña y fácil de radiografiarse.

Ya en el año 1904 Prior analizando radiografías de mano estableció lo siguiente: los huesos de niñas osificaban antes que en los niños. Las variaciones de osificación constituyen un fenómeno hereditario. Si no se consideran las variaciones normales, la osificación es simétrica.

Hellman (1928) realizó un estudio de osificación de los cartilagos epifisarios de la mano. Flory (1936) indica que el comienzo de la calcificación del sesamoideo carpal es muy buena guía para determinar el periodo inmediato antes de la pubertad. Todd (1937) realizó una recopilación de radiografías de mano con las que elaboró un Atlas que posteriormente fue usado como base por Greulich & Pyle (1959) para la confección de su Atlas que es usado hasta la actualidad. Björk & Helm (1967) realizan un estudio en

radiografías de mano donde relacionan la maduración esquelética de esta, con el crecimiento puberal máximo y con la altura corporal.¹⁹

La edad ósea determinada por la radiografía carpal ha sido el método frecuentemente usado para elaborar estas estimaciones y constituye un aspecto importante en las evaluaciones de salud y crecimiento.⁷

Para algunos autores es el método más fidedigno para identificar la etapa de desarrollo.^{12,13} Permite determinar cuanto le falta por crecer y predecir la altura final de la persona. También la evaluación ósea permite evaluar y seguir las terapias de niños con desordenes de crecimiento (retardos de crecimiento, deficiencia de hormona del crecimiento) y enfermedades endocrinas (hipotiroidismo, hiperplasia adrenal congénita, etc.)^{12, 20, 8}

Incluso evaluar problemas ortopédicos, y monitorear respuestas a terapias médicas

En Odontología las radiografías de mano y muñeca forman parte de la lista de exámenes complementarios utilizados para el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóncico. Dos tercios de los casos tratados ortodóncicamente incluyen tipos de maloclusiones donde el crecimiento y desarrollo desempeñan un papel preponderante en el éxito o en el fracaso del tratamiento.²³

Por último su uso toma importancia en casos forenses y legales al permitir identificar personas fallecidas; inmigrantes y refugiados sin documentos de identificación legal.³

Los métodos utilizados para la evaluación de la edad ósea mediante la radiografía de carpo, frecuentemente se dividen en dos tipos principales: el clásico, también denominado tipo estándar-edad o inspeccional, que consiste en la comparación de la radiografía obtenida con las de un atlas como el de Tood o de Greulich & Pyle; y el método de puntos, en el que se adjudica a cada centro de osificación un número de puntos de acuerdo con una escala de desarrollo, como el sistema de Acheson(1954) y Tanner & Withehouse (1959). Además hay que agregar los métodos que utilizan medidas dimensionales de los centros de osificación en la evaluación, como el índice de Schimid & Moll y el método de Eklof & Ringertz.⁷

Cuando se estudia la maduración ósea es necesario recordar que el crecimiento es un proceso cuantitativo derivado de la multiplicación celular que determina un aumento de las dimensiones corporales y conduce a producir individuos de formas diferentes. En cambio el desarrollo es un proceso cualitativo de maduración de órganos y sistemas que aumentan en su complejidad.¹⁹

1.1 Aspectos Teóricos

1.1.1 Anatomía de la mano y la muñeca

Cualquier mano puede ser utilizada para la lectura de la edad ósea, sin embargo, la mano izquierda ha sido utilizada con mayor frecuencia.

La muñeca está compuesta por dos huesos largos, el radio y el cúbito, cada uno con sus epífisis distales.

La mano está formada por 27 huesos, además de los sesamoideos, y se divide en tres partes: carpo, metacarpo y dedos.

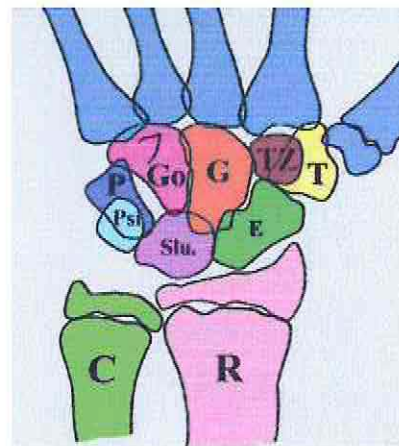
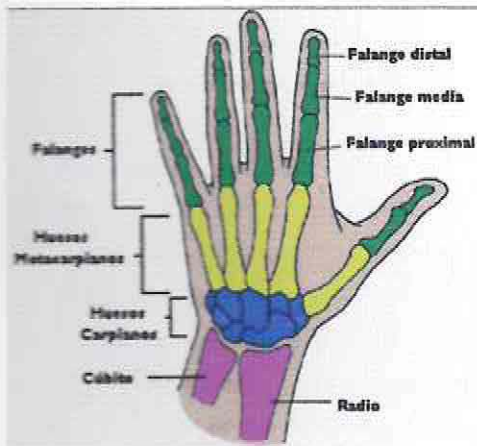
Carpo: es una masa ósea que tiene un formato rectangular con su diámetro transversal predominando sobre el vertical. Está constituido por ocho huesos dispuestos en dos filas. La fila superior o proximal esta formada por cuatro huesos que son, de fuera hacia dentro: escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme. La otra fila está compuesta por cuatro huesos que son, de fuera hacia dentro: trapecio, trapezoide, hueso grande o capitatum y ganchoso o hamatum. Todos esos huesos están constituidos por una masa central de tejido esponjoso recubierto por una delgada capa de tejido compacto y presentan formas cuboides.

Metacarpo: Formado por cinco huesos largos con sus epífisis (extremidad) y diáfisis (región media del hueso) y enumerados del 1 a 5 de fuera hacia dentro. La epífisis del metacarpo 1 es proximal, mientras que las demás son distales (M2-M3-M4-M5). Junto a la parte distal del Metacarpo 1 se encuentra el hueso sesamoideo medial.

Dedos: Cada uno esta formado por falanges con sus epífisis proximales:

- Falange proximal (FP1-FP2-FP3-FP4-FP5)
- Falange media (FM2-FM3-FM4-FM5)
- Falange distal (FD1-FD2-FD3-FD4-FD5)

El dedo pulgar es el único que tiene dos falanges: proximal y distal. Los dedos mantienen la misma numeración del metacarpo.²³



1.1.2 Técnica radiográfica en el estudio de la maduración ósea

Se han empleado radiografías de diferentes partes del cuerpo: codo, hombro, rodilla, cadera, pie; pero estos estudios implican gran cantidad de radiación y un elevado costo. Actualmente se utiliza el examen radiográfico de mano por ser una zona de fácil acceso, en la que se requiere escasa cantidad de radiación para obtener una buena imagen y por la gran cantidad de huesos que es posible observar en una pequeña zona.

La radiografía de mano se ha estandarizado con el fin de poder de realizar varias tomas de la misma forma. Esta debe ir con la palma y antebrazo totalmente adosados al chasis, los dedos ligeramente separados, el dedo medio siguiendo el eje mayor del antebrazo y el pulgar a uno 30° del índice.

En los equipos de radiografías odontológicas, la dirección del rayo debe ser perpendicular a la película, pasando por la parte más distal del tercer metacarpiano, la distancia entre la fuente emisora de rayos y el chasis varía según los autores entre 76 cm. a 1 m. Si el rayo no es perpendicular al chasis, se obtiene una radiografía con una distorsión lateral que podría variar el resultado del examen.¹⁹

En los equipos de telerradiografía, tanto la angulación del rayo central como la distancia entre éste y la película están preestablecidas.

En ambos equipos el codo debe estar a la altura del hombro, ya sea con el brazo extendido en el equipo de rayos dental o con el codo en flexión en el equipo para telerradiografías.

El tiempo de exposición, miliamperaje y kilovoltaje, estarán determinados por la edad y contextura de cada paciente con el fin de conseguir una óptima calidad en cuanto a densidad, contraste y dibujo de la imagen radiográfica. En general se usan kilovoltajes, miliamperajes y tiempos de exposición bajos.

En la bibliografía existente, se utiliza indistintamente la mano derecha o izquierda. Los primeros antropólogos que realizaron estudios de medición antropológica en sujetos vivos, en los años 1906 y 1912 utilizaron más la mano izquierda por considerar que la mayoría de las personas son diestras y existe menor riesgo de perder esta mano en algún tipo de accidente.

A pesar de las diferencias que existen en el desarrollo entre ambos lados del cuerpo, estas no son significativas, por lo que no inducirán a error en la determinación del estado de maduración esquelética. Por lo tanto, se pueden usar indistintamente ambas manos; en el análisis de Greulich & Pyle se usa la mano izquierda, en cambio en el de Björk & Helm se emplea la derecha.¹⁹

1.1.3 Análisis de Greulich & Pyle

Es un método comparativo entre la radiografía del paciente con la imagen correspondiente en edad y sexo del Atlas, que fue elaborado sobre la base de radiografías de 1000 niños de nivel socioeconómico alto del estado de Cleveland, tomadas desde su nacimiento en un estudio longitudinal. Los estándares se basan en estudios efectuados entre 1931 y 1942.

En el Atlas se encuentran imágenes de hombres y mujeres de raza blanca separadamente desde el nacimiento hasta los 18 meses de edad con intervalos de 3 meses (6 imágenes) y entre los 18 meses hasta los 5 años con intervalos de 6 meses. Entre los 5 y los 18 años en mujeres y hasta los 19 en el caso de los hombres con intervalos anuales, con excepción en la pubertad, en que los intervalos son semestrales. Dando un total de 58 imágenes para cada sexo. ⁷

Se debe comparar, considerando edad y sexo, la radiografía del paciente con las imágenes del Atlas haciendo coincidir al máximo ambas imágenes. Esto se hace comparando todos los huesos carpianos en dirección contraria a los punteros del reloj, partiendo del hueso central o grande. Cuando la radiografía no coincide habrá que ir a la anterior o a la siguiente según sea el caso. El atlas tiene una tabla que presenta los límites en desviaciones típicas de la edad ósea para cada edad cronológica. ¹⁹

Algunos puntos de osificación ósea mostrados en el atlas: 1. Hueso grande, 2. Hueso gancho, 3. Epífisis del segundo metacarpiano, 4. Epífisis del tercer metacarpiano, 5. Epífisis del cuarto metacarpiano, 6. Epífisis del quinto metacarpiano, 7. Piramidal, 8. Epífisis del primer metacarpiano, 9. Semilunar, 10. Trapecio, 11. Trapezoide, 12. Escafoide, 13. Pisiforme, 14. Sesamoideo (próximo al peak puberal). ¹⁹

Este Atlas presenta también la edad esquelética de los huesos individualmente y una parte descriptiva que muestra las principales características de cada fase de desarrollo, en cuadros que se encuentran junto a cada estándar, para cada sexo, con el propósito de facilitar la identificación de la edad biológica. ⁷

Este método no es lo suficientemente preciso para el uso clínico en sujetos menores de dos años de edad. ⁶

Radiografía carpal de un paciente masculino con edad cronológica de 13 años de edad, y la comparación con una radiografía de un paciente con edad más o menos similar que se encuentra en el Atlas de Greulich y Pyle y al cual le corresponde una edad ósea de 14 años.



Rx. Paciente masculino,
con edad ósea de 14 años de edad



Rx. Tomado del Atlas
14 años de edad

1.1.4 Método de Tanner & Whitehouse

Este análisis tuvo su primera versión en 1962, conocida como TW1 desarrollada a partir de una base matemática. Luego aparecieron dos versiones, el TW2 (1975) y el TW3 (2001), los cuales se diferencian más que todo en el tipo de muestra, ya que en la última versión se incluyen individuos norteamericanos y europeos y en la primera solo incluyen europeos.

Tanner & Whitehouse 2 (TW2)

En la utilización de este método se evalúan individualmente 20 huesos de la mano y de la muñeca. El segundo y cuarto dedo se omiten porque hay en la maduración de los metacarpianos y de las falanges una importante correlación, se limita así, el trabajo sin perjudicar la precisión de la información. Este método se elaboró a partir de una muestra constituida de niños de origen británico, de nivel socio-económico medio.⁷

De acuerdo con este índice que atribuye puntos, los huesos se evalúan en el siguiente orden: radio, cúbito, metacarpianos, falanges proximales, falanges medias y falanges distales, grande, ganchoso, piramidal, semilunar, escafoides, trapecio y trapecoide. El hueso pisiforme queda sin evaluar.⁷

Todos los huesos se evalúan en una escala de A hasta I, con excepción del radio, que se evalúa de A-J (una más). Si no hay indicios de presencia de hueso, se evalúa como A. Las evaluaciones se registran comparando el hueso en cuestión con los diagramas, ilustraciones y descripciones que existen en el atlas para cada punto de osificación. Esto está dispuesto de tal forma que los estadios de un determinado hueso están distribuidos en una página doble (a la izquierda los esquemas) y a la derecha los criterios descritos para cada estadio, que deben analizarse cuidadosamente. El examinador debe atribuir un determinado punto (criterio), cuando, al examinar el esquema y compararlo con la radiografía, ver que todas las modificaciones descritas para el hueso coinciden.⁷

Toda etapa de cada hueso en el método TW2 recibe una puntuación numérica con base a su aporte a la madurez general. La suma de todas las calcificaciones óseas constituye el grado de madurez del niño. La fase adulta corresponde a la puntuación 100;

El sistema TW2 describe tres métodos independientes de calificación:

El primero sólo comprende los huesos carpianos con excepción de Pisiforme, y se conoce como "Variante Carpal"

El segundo evalúa las epífisis distales del Radio y Cúbito, las de los huesos Metacarpianos, falanges proximales y distales de los dedos 1°, 3° y 5°, y las de las falanges medias de los dedos 3° y 5°, se le llama también "Variante Radio, Cúbito y huesos cortos de los dedos" (RCD) o (RUS). El método más usado es el RUS.⁶

El tercero se denomina "Mano Total", comprende las dos anteriores. El TW3 considera esta versión de poca utilidad clínica y es la combinación de ambos.

El único equipo que se requiere para la lectura de la película, además del negatoscopio es un compás; debe utilizarse para comparaciones imprecisas de los diámetros de los huesos, en los casos en que los criterios describen para un determinado hueso "mitad o más del diámetro".⁷

En todas las ilustraciones de la mano debe observarse con los dedos posicionados hacia arriba y el pulgar en dirección al lado derecho del negatoscopio.

De esta forma, la superficie lateral está siempre a la derecha del examinador, la superficie mesial a su izquierda, la parte distal alejada o encima y la proximal hacia abajo.⁷

1.1.5 Método de Eklöf & Ringertz

Este método propuesto para niños suecos se basa en las medidas de largo y/o ancho de determinados centros de osificación. La selección de los huesos se fundamenta en ensayos preliminares, en que los autores buscan determinar los huesos que proporcionan los resultados estadísticamente más exactos, con referencia a las curvas de regresión del crecimiento, o sea, que éstas fueran una función continua, preferiblemente una línea recta.

Se comprobó que el crecimiento de diversos huesos de la mano y la muñeca cumplían esta condición en el intervalo de edad entre 1 y 15 años. Los autores comprobaron en su estudio que los menores de 1 año y medio de edad la regresión no era lineal entre la edad cronológica y el crecimiento óseo, lo que significaba que estos niños no podían incluirse, porque podrían presentar índices discrepantes de edad ósea. Los jóvenes con mas de 15 años, no fueron estudiados por que los autores al ser pediatras no tenían interés en pacientes con mas edad. Para determinar los patrones de normalidad, se eligieron diez parámetros que tenían los más altos coeficientes de correlación entre las edades y medidas en cuestión (0.922-0.964). Estos diez parámetros son:

- Ancho de la epífisis del radio.
- Longitud del hueso grande.
- Ancho del hueso grande.
- Longitud del hueso ganchoso.
- Ancho del hueso ganchoso.
- Longitud del metacarpo II.
- Longitud del metacarpo III.
- Longitud del metacarpo IV.
- Longitud de falange proximal II.
- Longitud de falange proximal III.

En razón de las diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo de la mano, tanto en niños como en niñas se computó un estándar para cada sexo.

Los autores estudiaron un grupo de 1013 niños, para establecer las variaciones normales.

Mediante cálculos estadísticos presentaron dos tablas, una para cada sexo en las que cada uno de los centros de osificación tiene un estándar mínimo y uno máximo de medida (un desvío patrón de 2 hacia arriba y hacia abajo del promedio encontrado). Estos parámetros son para todas las edades de 1 hasta 15 años con intervalos de tres meses entre ellos, representando en total 56 parámetros para cada centro de osificación. 7

1.1.6 Análisis de Björk & Helm.

Realizaron un estudio longitudinal en 52 niños, 32 de sexo masculino y 20 de sexo femenino, en el cual se tomaron radiografías anualmente entre las edades de 1 a 19 años. Este método está basado en el análisis de las etapas de osificación, ubicado en las falanges, fundamentalmente en las epífisis con sus diáfisis, y la relación que existe entre el momento en que éstas aparecen con respecto al peak de crecimiento puberal.

En radiografías de estos pacientes entre los 9 y 17 años de vida, los autores seleccionaron ocho etapas de maduración, clasificadas de acuerdo con su orden de inicio. Se establece que determinadas fases esqueléticas de la mano se suceden secuencialmente y siempre en el mismo orden, manteniendo una relación directa con los acontecimientos de la curva de crecimiento óseo corporal y general.

Teniendo en cuenta que la imagen radiográfica representa sólo un momento del estado de maduración en que se encuentra el paciente, y que la etapa observada puede haberse iniciado con meses de anterioridad, se consideró la edad del inicio de cada etapa de maduración como punto medio del período del año (seis meses) antes de la observación en que esta etapa de maduración resultó evidente. De tal forma que a la edad cronológica se le restaron seis meses con respecto al momento de la toma radiográfica.

Método

Con una radiografía tomada de la mano derecha. Los dedos se enumeran del 1 al 5, partiendo por el pulgar. Las falanges se designan con la letra P y se les identifican anteponiendo la letra D (distal), M (media), o P (proximal), según la posición en que se encuentra con relación al metacarpo, esto ocurre en los dedos del 2 al 5 ya que el pulgar sólo tiene falanges proximal y distal.

Durante la etapa de crecimiento de las falanges, éstas poseen en sus extremos proximales los discos epifisarios, que son centros de osificación que se desarrollan entre los extremos cartilaginosos de los huesos largos y que darán origen a las epífisis óseas.

El disco epifisario en la primera etapa en que se observa en una radiografía es delgado y su ancho es mucho menor que el ancho de la diáfisis correspondiente. Esta etapa se ha decidido denominar como "no equivalente".

Conforme va aumentando el grado de osificación, este disco va aumentando en su espesor y anchura, hasta alcanzar la máxima anchura en ángulo recto con el eje mayor del hueso, lo que se puede confirmar midiendo los extremos con un compás de dos puntas. A este estado se le denomina "equivalente" o "lenticular" (=).

En relación con el hueso sesamoideo se considera presente al observarse el primer indicio de calcificación. Este pequeño hueso está ubicado inmediato a la articulación del metacarpiano y la falange proximal del pulgar en su parte interna.

Cuando se produce un aumento bastante lineal de la altura de la periferia del disco epifisiario, formándose un borde angulado distalmente y un ángulo redondeado proximalmente, está en la etapa de “recubrimiento” o “capsular” (cap).

Al ir disminuyendo el espesor del cartílago de crecimiento, se observa un estrechamiento del espacio entre la diáfisis y el disco epifisiario, finalmente esta línea radiolúcida desaparece, cuando esto ocurre estamos en etapa de “unión” (u).

Una vez iniciada una etapa transcurrirá aproximadamente un año antes que se inicie la siguiente y durante este tiempo el crecimiento corporal sufrirá variaciones de velocidad, acelerándose o desacelerándose según la relación de esta, con respecto a la máxima velocidad de crecimiento.

De acuerdo a al etapa de osificación observada se puede determinar la relación en años que se encuentra el paciente de la máxima velocidad de crecimiento (peak puberal). Para un correcto análisis es necesario ir identificando las etapas de maduración ósea es este orden:

PP2=	-3 a -1 años
MP3 =, S, PP1cap	-1 a 0 años
MP3 cap	0 a 1 años
DP3 u	+1 a +2 años
PP3 u	+2 años
MP3 u	+2 a +3 años
Ru	+3 a +4 años

De manera que cuando se encuentre en la radiografía el radio en etapa de unión, se considera que la velocidad de crecimiento esta tendiendo a cero.¹⁹

Las imágenes de las diferentes etapas del Análisis de Björk & Helm se encuentran en Anexos.

1.1.7 Estudios científicos relacionados al tema

Haider-Neto et al. (Brasil, 2006) compararon tres métodos para determinar la edad ósea. Los promedios de edad ósea del atlas de Greulich & Pyle y Tanner et al (TW3) fueron cercanos a la edad cronológica para ambos sexos. El método de Eklöf & Ringertz tendió a sobreestimar la edad esquelética para los grupos de menor edad, hubo concordancia en los grupos de edad intermedia y subestimó la edad ósea en los grupos de mayor edad, para ambos sexos. Estas diferencias no fueron estadísticamente significantes, esto muestra una alta relación entre la muestra de estudio y los tres métodos estándar. Aunque los tres métodos muestran buenos resultados es recomendable usar factores de corrección para que estos sean más útiles para la población en estudio. 9

Koc et al. (Turquía 2001) buscan determinar la aplicabilidad de Atlas Greulich & Pyle en los niños de este país. Es el método más usado por su simplicidad, aplicabilidad y por la falta de un atlas propio.

El promedio de edad esquelética mostró un retraso en los grupos de edades entre 7 -13 y en los grupos de edad entre 14 y 17, la edad esquelética fue mayor.

Esto indica que los niños turcos durante el desarrollo puberal tienen una maduración ósea diferente de los niños norteamericanos incluidos en el Atlas de Greulich & Pyle; por esta razón no es completamente aplicable a los niños de este país, pero puede ser usado con alguna modificación. 12

van Rijan et al. (Holanda, 2001) quieren determinar la validez del Atlas de Greulich & Pyle en los niños y niñas de este país. En el departamento de radiología pediátrica del Hospital Universitario de Rotterdam se usa esta técnica, por su ejecución relativamente simple y por su fácil incorporación en la rutina clínica diaria.

No hubo diferencias significativas entre los dos investigadores (un residente y un radiólogo), esto prueba que es una técnica reproducible, fácil de aprender y usar. Además hubo una fuerte correlación entre la edad ósea y cronológica por lo que se concluye que el atlas de Greulich & Pyle todavía es aplicable para los niños y adolescentes holandeses. 20

Mora et al. (E.E.U.U.2001) en su trabajo quiere saber si el método de Greulich & Pyle es aplicable a los niños norteamericanos descendientes de europeos y africanos

Tiene ventajas como su simplicidad y muestra diferentes centros de osificación. Sin embargo está basado en niños caucásicos que vivieron en los años treinta. A pesar de esto es el método comúnmente más usado, a pesar de las diferencias propias de cada población.

Las variaciones en la maduración esquelética en niños y niñas antes de la pubertad es mayor de la reflejada en el atlas de Greulich & Pyle; los descendientes de europeos de ambos sexos tienen un significativo retraso en la maduración ósea cuando se compara con los descendientes de africanos. Los descendientes europeos postpuberales tienen mayor desarrollo esquelético cuando se compara con los descendientes de africanos del mismo grupo. Se necesitan nuevos parámetros para tomar decisiones clínicas relacionadas con la edad ósea y que representen la población pediátrica multiétnica. 16

Büken et al. (Turquía, 2007) busca determinar si el método de Greulich & Pyle es preciso en la estimación de la edad ósea forense para los niños turcos. Esta tarea es muy importante para los expertos forenses especialmente en países en vías de desarrollo donde los registros de nacimientos no son mantenidos como corresponde, para la identificación de personas fallecidas, inmigrantes, refugiados, etc. En ambos géneros a ciertas edades hubo diferencias de más de un año entre la edad cronológica y edad ósea. Con lo cual este método técnicamente puede usarse por pediatras o por otros clínicos pero, en casos legales que involucren a un posible menor de edad, su uso debe ser muy cuidadoso para disminuir al máximo las posibilidades de error. 3

Groell et al. (Austria, 1999) desea saber si es fiable la edad ósea determinada por el método de Greulich & Pyle en los niños de Europa central y determinar si la experiencia de los investigadores influye en el resultado. El promedio de variaciones inter e intraobservador fueron más bajas en los investigadores de más experiencia (radiólogos pediatras) que en los radiólogos residentes. Las diferencias entre la edad ósea y la cronológica fueron estadísticamente significativas sólo para uno de los residentes. Aunque las mediciones de los cuatro subestimaron la edad cronológica, las diferencias obtenidas entre ambas están dentro de las variaciones normales de maduración esquelética reportadas en el atlas de Greulich & Pyle. Estos resultados sugieren que la fidelidad de la medición mejora con la experiencia del investigador y que este método puede ser usado en los niños de Europa central. 8

Ortega et al. (Brasil, 2006) Compara las diferencias en la edad esquelética obtenidas con los métodos TW2 y TW3 en la población brasileña, a través de los sistemas RUS y Carpal. Los resultados arrojaron una edad esquelética mayor en TW2 RUS que TW3 RUS y carpal para ambos géneros. En las niñas se observó diferencias significativas entre TW2 RUS y TW3 RUS para todos los rangos de edad. Para los niños la diferencia se observó desde los 108 meses en adelante. En general las edades esqueléticas estimadas por el método RUS son mayores que las edades cronológicas y también mayores que la edad esquelética estimada por el método carpal en ambos sexos. La sobreestimación de la edad ósea fue menor para TW3 RUS que TW2 RUS este último sistema mostró una diferencia estadísticamente significativa en relación a la edad cronológica en todas las fases etarias en las niñas, en cuanto a los niños esto fue observado a partir de los 132 meses en adelante. En las niñas TW3 RUS y Carpal mostraron diferencias significativas respecto a la edad cronológica en los grupos mayores; en niños TW3 RUS no mostró diferencias significativas respecto a la edad cronológica, para el sistema carpal los resultados fueron más variables. Parece razonable recomendar el uso del sistema TW3 para el estudio de la población brasileña. 18

Canals et al (Chile, 1985) Maduración Ósea de niños de 0 a 6 años. Muñeca y mano. Primera parte. Análisis cuantitativo.

Se describe la maduración según el atlas de Greulich & Pyle y los recuentos TW20, RUS y CARP de Tanner & Whitehouse. Los niños chilenos maduran en forma similar a Greulich & Pyle hasta el año pero después están francamente retrasados. A los 6 y 7 años la edad ósea se retrasa un año y medio aproximadamente. Las niñas maduran similarmente a Greulich & Pyle hasta los dos años, después están retrasadas moderadamente y parece que

se igualan a los patrones de Greulich & Pyle a los siete años. Los conteos de Tanner & Whitehouse confirman este marcado dimorfismo sexual que se hace notorio a partir del año y medio persistiendo y acentuándose las diferencias de madurez entre sexos a medida que aumenta la edad cronológica. Los conteos RUS y CARP muestran que las diferencias se dan en todos los huesos, tanto cortos como largos, Asimismo estas variables demuestran en forma patente las diferencias de madurez entre las poblaciones chilenas y la de Cleveland; a manera de ejemplo un niño chileno de 5 años tienen igual madurez que un niño de 3 años 8 meses de la muestra estadounidense.⁴

Valenzuela et al (Chile, 1985) Maduración Ósea de niños de 0 a 6 años. Muñeca y mano segunda parte. Análisis de probitos para huesos aislados.

Se utiliza el método de statu quo y de probito para determinar los promedios y desviaciones típicas de la edad a la cual los niños chilenos alcanzan los estados de maduración ósea de Tanner & Whitehouse de la muñeca y mano. Las niñas maduran mas temprano, pero no en forma regular para todos los huesos y este adelanto se hace mayor en los estados mas desarrollados. Hay indicios que el hueso ganchoso madura más tempranamente en los varones en la vida intrauterina.²¹

Canals et al (Chile, 1988) Maduración ósea de niños mayores de 6 años. Muñeca y mano. Primera parte: Análisis cuantitativo.

Mientras las mujeres se ajustaron bien a la edad ósea según Greulich & Pyle con algunos retrasos no mayores que 6 meses, los varones presentaron retrasos que en general se aproximan al año o son mayores.⁵

Valenzuela et al (Chile, 1988) Maduración ósea de niños mayores de 6 años. Muñeca y mano. Segunda parte. Análisis de probitos para huesos aislados.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Tanner & Whitehouse las mujeres son más precoces según lo esperado. ²²

Mentzel et al. (Alemania, 2005) Estimación de la edad ósea en la muñeca con un nuevo aparato de ultrasonido. Aquí el método de Greulich & Pyle al ser el método mas común de evaluación, es usado como parámetro, para medir y evaluar la precisión de nuevas tecnologías. ¹⁵

Orellana et al. (Perú, 2006) El objetivo del estudio consistió en determinar los estadios de maduración ósea según la clasificación de Björk & Helm en los pacientes niños de la clínica odontológica de la UNMSM. Los resultados indicaron que al igual que en otras poblaciones las mujeres alcanzan el crecimiento puberal 2 años antes que los varones. El pic puberal (MP3cap) fue alcanzado a los 10.29 años para las mujeres y a los 12.12 años para los varones, lo que significa que los niños peruanos tienen una maduración precoz de sus huesos respecto a otras poblaciones. Los niños daneses en los estudios de Björk & Helm alcanzan el pic de crecimiento puberal a los 12.5 años para mujeres y 14.5 para varones. En un estudio inglés estos valores son 12.1 para mujeres y 14.1 años para los hombres. ¹⁷

Loder et al (E.E.U.U, 1993) quiere saber si actualmente son aplicables los estándar de Greulich & Pyle en los niños de raza blanca y negra. Las radiografías se obtuvieron de la

misma área geográfica de donde se obtuvieron las imágenes originales del atlas. Tanto la edad ósea y la cronológica fueron similares para las niñas blancas de todas las edades. Las niñas de raza negra fueron más adelantadas en la parte ósea excepto la niñez media (4-8 años). Los niños blancos fueron esqueléticamente retrasados durante la niñez media por 0.9 años y durante la niñez tardía (8-13 años) por 0.4 años, pero fue avanzada durante la adolescencia por 0.5 años. Los niños de raza negra no mostraron diferencias excepto en el grupo adolescente la cual esqueléticamente fue avanzada por 0.4 años. Este método no es aplicable a los niños de hoy en día especialmente en las niñas negras. ¹³

Bull et al. (Inglaterra 1999) hace una comparación a gran escala de dos métodos para estimar de edad ósea; el de Greulich & Pyle y Tanner & Whitehouse (TW2). La variación intraobservador fue mayor para el método de Greulich & Pyle. Los dos métodos usados en la práctica clínica no dan edades óseas equivalentes y se sugiere que el método de Tanner & Whitehouse debiera ser usado preferentemente, cuando se lleve a cabo evaluaciones seriadas a un individuo. ²

King et al. (Inglaterra, 1994) buscan comparar el método Tanner & Whitehouse (TW2) versus el de Greulich & Pyle, tres investigadores reevaluaron una serie de radiografías con ambas técnicas y se registró el tiempo que le llevo hacerlo a cada uno. No hubo diferencias significativas entre los dos métodos y el tiempo promedio fue menor con el uso del atlas de Greulich & Pyle. ¹⁰

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Aplicar y comparar métodos de estimación de la edad ósea, basados en radiografías de Carpo, a niños y niñas que asisten a la Facultad de Odontología durante un trimestre del año 2007.

2.2 Objetivos Específicos

- Comparar los datos obtenidos y determinar si existen diferencias significativas entre el métodos de Tanner & Whitehouse y Eklof & Ringertz respecto al método de Greulich & Pyle, considerado como Gold Standard.
- Determinar si existe diferencias significativas en los valores obtenidos por operadores con diferente experiencia.
- Evaluar diferencias entre cada método y la edad cronológica.
- Determinar edades cercanas al máximo crecimiento puberal en niñas y en niños con el uso del método de Björk & Helm.
- Comparar los resultados obtenidos con estudios similares de otros países.

3. Material y Método

El siguiente estudio es de tipo **descriptivo**.

3.1 Universo

Se definió como universo, a todos los niños atendidos por los alumnos de 4º año de la Carrera de Odontología de la Universidad de Valparaíso, durante un trimestre del año 2007.

3.2 Muestra

El tamaño de la muestra fue de 54 pacientes seleccionados al azar.

Criterios de inclusión

Los pacientes de la muestra debían tener una secuencia eruptiva acorde a su edad. Esto se determinó a través de un examen clínico previo.

Pacientes que conocieran su fecha de nacimiento, para tener la edad exacta.

3.3 Recolección de Información

Esta etapa se llevo a cabo en el Servicio de Radiología de la Universidad de Valparaíso. Todos los exámenes fueron realizados por la misma persona (residente)

Una vez completado el examen clínico, donde se revisó que la secuencia eruptiva fuera normal y una vez llenado la ficha con sus datos personales, a cada niño o niña se le tomó una radiografía de Carpo de la mano izquierda, con el equipo de rayos X que tiene este servicio (Gendex modelo Orthoralix).

Para obtener radiografías estandarizadas se utilizó el mismo Kv, mA y tiempo de exposición. Y se ubicó a los pacientes de pie y de manera tal que la palma y el antebrazo estuvieran adosados al chasis; con los dedos ligeramente separados, el dedo medio siguiendo el eje mayor del antebrazo y el pulgar ubicándose a 30° del dedo índice; y con el codo flexionado a la altura del hombro.

Las películas extraorales fueron reveladas con el método manual y secadas a temperatura ambiente. A cada radiografía se le asignó el número, que correspondía al de la ficha clínica para su posterior identificación.

Las radiografías fueron analizadas por dos operadores (profesor guía y el residente) en forma separada para cada uno de los métodos ya mencionados.

El análisis de Greulich & Pyle se realizó observando y comparando cada radiografía con las imágenes del Atlas hasta asignarle una edad ósea estimada.

El método de Tanner & Withehouse se obtuvo desde una página de internet dirección http://vl.academicdirect.org/medical_informatics/bone_age/v1.0/, en la cual se presenta a través de imágenes y con una reseña explicativa cada una de las diferentes etapas de maduración para cada hueso, (las imágenes con su explicación se encuentran en Anexos).

El observador comparó cada imagen con la correspondiente zona de la radiografía y fue marcando la etapa mas representativa para cada uno de los sitios, directamente en la página de internet Posteriormente se agrega como dato el género del paciente y se obtiene como resultado la edad ósea estimada.

Para el análisis de Eklöf & Ringertz se utilizó un programa de computación Radiocef Studio®. A cada radiografía se le toma una fotografía digital, y esta se ingresa al programa en formato PCX, posteriormente se calibra y se marca los extremos para determinar el largo y ancho de las diferentes zonas. Con estas distancias más algunos datos que se deben completar como el género y fecha de nacimiento; automáticamente el programa determina la edad ósea.

3.4 Limitaciones del estudio

Es necesario consignar como limitación de este estudio el tamaño de la muestra.

3.5 Análisis Estadístico

Para tabulación de datos y análisis preliminar, se utilizaron Excel con las herramientas **XL-Stat versión 2008.5.01**; para confirmación de análisis de significancia de normalidad, el software estadístico **Minitab 14.0**.

4. Resultados

Pruebas de normalidad para los valores de Edad ósea:

Para verificar que todos los grupos de datos obtenidos, es decir la variable edad ósea, se distribuyese aproximadamente de acuerdo a una distribución normal se realizaron previamente test de normalidad, para luego proseguir con las estadísticas paramétricas.

Los valores de los diferentes métodos, Eklöf & Ringertz (ER), Greulich & Pyle (GP) y Tanner & Whitehouse (TW), fueron transformados a unidades de meses.

Gráfico 1: Distribución normal de las edades en meses versus valores porcentuales

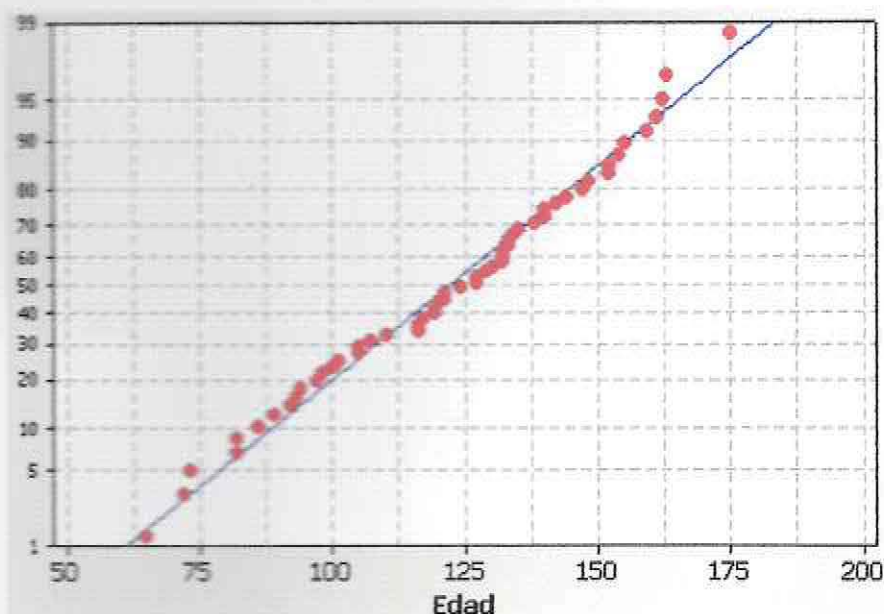


Tabla 1: de valores p (con un nivel de significancia $\alpha=0,05$) según cada test estadístico y conjunto de datos para cada variable en estudio.

	Edad Cronológica	ER	GP	TW	ER_*	GP_*	TW_*
Shapiro Wilks	0,589	0,292	0,276	0,459	0,150	0,315	0,199
AndersonDarling	0,590	0,497	0,257	0,599	0,219	0,174	0,344
Lilliefors	0,674	0,179	0,334	0,770	0,051	0,015	0,385
Jarque- Bera	0,425	0,439	0,418	0,391	0,328	0,625	0,297

* Datos del Profesor Guía

En todos los test utilizados, los valores p confirman la hipótesis de normalidad

Estadísticas Descriptivas:

Tabla 2: Datos Residente

Parámetro	Edad	ER	GP	TW
Mínimo	65,00	57,00	54,00	70,80
Máximo	175,00	130,00	180,00	166,80
Amplitud	110,00	73,00	126,00	96,00
1° Cuartil	102,00	89,00	96,00	105,00
Mediana	125,50	104,00	120,00	122,40
3° Cuartil	140,00	114,25	144,00	142,50
Media o Promedio	122,22	101,14	118,90	122,42
Varianza (n)	675,09	303,16	934,38	571,90
Desviación típica o standart (n)	25,98	17,41	30,56	23,91
Coefficiente de variación	0,21	0,17	0,25	0,19
Asimetría (Pearson)	-0,22	-0,36	-0,21	-0,19
Curtosis (Pearson)	-0,67	-0,37	-0,69	-0,80
Error estándar de la media	3,56	2,39	4,19	3,28
Desviación absoluta media	21,39	14,50	25,43	20,02

Tabla 3: Datos Profesor Guía

Parámetro	Edad	ER	GP	TW
Mínimo	65,00	57,00	48,00	81,60
Máximo	175,00	133,00	180,00	168,00
Amplitud	110,00	76,00	132,00	86,40
1° Cuartil	102,00	90,00	94,00	105,60
Mediana	125,50	106,00	108,00	121,20
3° Cuartil	140,00	117,00	132,00	138,60
Media o promedio	122,22	103,76	111,67	122,62
Varianza (n)	675,09	320,15	973,00	529,76
Desviación típica o standart (n)	25,98	17,89	31,19	23,02
Coefficiente de variación	0,21	0,17	0,28	0,19
Asimetría (Pearson)	-0,22	-0,45	0,11	0,08
Curtosis (Pearson)	-0,67	-0,40	-0,52	-0,95
Error estándar de la media	3,56	2,46	4,28	3,16
Desviación absoluta media	21,39	14,77	26,16	19,53

Pruebas de significancia

Diferencias entre observadores:

Las diferencias entre los operadores fueron testeadas con pruebas t y z para dos muestras y prueba F de Fischer. Todas las pruebas fueron bilaterales, con un $\alpha=0,05$ y suponiendo diferencias de 0 entre las matrices de datos.

Tabla 4: Prueba z:

Diferencia	1,477
Z (Valor observado) estadístico de prueba	0,509
z (Valor crítico)	1,960
p-valor (bilateral)	0,611
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias no es significativamente diferente de 0.

Ha: La diferencia entre las medias es significativamente diferente de 0.

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede **aceptar la hipótesis nula H0**.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 61,11%.

Tabla 5: Prueba F de Fischer:

Razón	1,034
F (Valor observado) estadístico de prueba	1,034
F (Valor crítico)	1,363
GDL1	161
p-valor (bilateral)	0,834
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La razón entre las varianzas no es significativamente diferente de 1.

Ha: La razón entre las varianzas es significativamente diferente de 1.

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede **aceptar la hipótesis nula H0**.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 83,44%.

Tabla 6: Prueba t:

Diferencia	1,477
t (Valor observado)	0,509
t (Valor crítico)	1,967
GDL	322
p-valor (bilateral)	0,611
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias no es significativamente diferente de 0.

Ha: La diferencia entre las medias es significativamente diferente de 0.

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede **aceptar la hipótesis nula H0**.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 61,14%.

En conclusión, de acuerdo a los resultados no existen diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0,05$) entre las mediciones realizadas por ambos operadores.

Diferencia entre edad cronológica y los datos para cada método

Para evaluar diferencias significativas entre los datos reales de edad cronológica y los estimados por cada método, se utilizaron pruebas de comparación de medias y varianzas. La prueba más indicada es una prueba t para muestras independientes, comparando cada matriz de datos con el conjunto de datos de Edad cronológica.

Tabla 6: Prueba T entre Edad Cronológica y ER¹:

Diferencia	19,769
t(Valor observado)	4,587
t (Valor crítico)	2,006
GDL	93
p-valor (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias no es significativamente diferente de 0.

Ha: La diferencia entre las medias es significativamente diferente de 0.

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 0,01%.

Tanto las pruebas z como de Fischer igualmente conducen a rechazar la hipótesis nula (H0) con valores $p<0,005$.

¹ Para todas las pruebas en lo sucesivo, el número de grados de libertad es aproximado por el fórmula de Welch-Satterthwaite; el t crítico es estimado utilizando la aproximación de Cochran-Cox

Tabla 7: Prueba T entre Edad Cronológica y GP

Diferencia	6,935
t (Valor observado)	1,264
t (Valor crítico)	1,983
GDL	106
p-valor (bilateral)	0,209
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias no es significativamente diferente de 0.

Ha: La diferencia entre las medias es significativamente diferente de 0.

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha = 0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 20,89%.

Por el contrario, en este caso, las pruebas z y Fischer respaldan H0 con valores $p > 0,2$.

Tabla 8: Prueba T entre Edad Cronológica y TW

Diferencia	-0,300
t(Valor observado)	-0,063
t (Valor crítico)	1,983
GDL	106
p-valor (bilateral)	0,950
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias no es significativamente diferente de 0.

Ha: La diferencia entre las medias es significativamente diferente de 0.

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha = 0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 94,99%.

En este caso, las pruebas z y Fischer respaldan H0 con valores $p > 0,3$.

En conclusión, tanto los métodos GP como TW no demuestran diferencias estadísticamente significativas con los valores de Edad Cronológica respecto de sus

medias y sus varianzas. Ambas son aceptables desde el punto de vista de las pruebas de significancia, aún cuando el método TW muestra globalmente estadísticas descriptivas muy similares a Edad Cronológica.

Tabla 9: Comparación de datos de prueba t para muestras apareadas, GP v/s ER y GP v/s TW

Parámetros:	GP	ER	GP	TW
Media	118,91	101,15	118,91	122,42
Varianza	952,01	308,88	952,01	582,71
Coefficiente de correlación de Pearson	0,80255		0,94930	
Diferencia hipotética de las medias	0,00			
Grados de libertad	53,00			
Estadístico t	6,60		-2,35	
valor p	0,00000002		0,02243368	
Valor crítico de t	2,01		2,01	

Comparando los métodos Eklöf & Ringertz y Tanner & Withehouse con Greulich & Pyle como gold estándar de la edad de maduración ósea se obtiene:

En ambos casos existe una alta correlación para cada muestra (ER = 0,802; TW = 0,949) en relación a la matriz de datos de GP.

Sin embargo los resultados son significativamente diferentes entre GP y ER ($p < 0,001$)

En cambio, para TW, los resultados no son significativamente similares con un $\alpha = 0,05$. No obstante, con un $\alpha = 0,01$ podría señalarse que los resultados provienen de datos significativamente similares

En conclusión, analizando los datos tomando como Gold Estándar el método Greulich & Pyle, se obtienen diferencias significativas en relación al método Eklöf & Ringertz. En cuanto al método Tanner & Withehouse, la interpretación de los resultados es dependiente del valor de significancia escogido, $\alpha = 0,05$ o $\alpha = 0,01$, en este último caso los valores obtenidos no son significativamente diferentes.

Edades cercanas al máximo crecimiento puberal según Björk & Helm

Tabla 10: Niños

Estadio	Número	Edad mínima	Edad Promedio	Edad máxima
PP2=	15	7.6	10.1	12.6
MP3=S, PP1cap	4	11.1	11.8	12.6
MP3 cap	4	11.5	12.7	13.4

Tabla 11: Niñas

Estadio	Número	Edad mínima	Edad Promedio	Edad máxima
PP2	6	6	7.9	10.5
MP3=S, PP1cap	5	8.75	10.2	12.2
MP3 cap	4	11	11.4	12.3
MP3 u	1		14.5	
DP3 u	1		13.5	

5. Discusión

De acuerdo a los resultados de este trabajo, no se encontró diferencias significativas entre los valores de edades óseas, obtenidos por el Residente y el Radiólogo en cada uno de los métodos a comparar.

Esto concuerda con dos trabajos que utilizaron el Atlas de Greulich & Pyle como método de estudio.

El primero según van Rijan et al. (Holanda, 2001) No hubo diferencias significativas entre los dos investigadores (un residente y un radiólogo).

El segundo según Groell et al. (Austria, 1999). El promedio de variación fue más baja en los investigadores de más experiencia (radiólogos pediatras) que en los radiólogos residentes. A pesar de esta diferencia los resultados sugieren que las diferencias obtenidas están dentro de las variaciones normales.

En este trabajo al comparar la Edad Cronológica con los valores de Edad Ósea estimada, según los resultados obtenidos de los análisis, tanto el método de Greulich & Pyle como Tanner & Whitehouse no muestran diferencias significativas respecto a la edad cronológica. Pero si se encontró diferencias significativas al comparar los valores obtenidos a través del método de Eklöf & Ringertz respecto a la edad de los pacientes.

Haiter-Neto et al. (Brasil, 2006) comparó estos tres métodos para determinar la edad ósea.

Los promedios de edad ósea obtenidos con el Atlas de Greulich & Pyle y el método de Tanner & Whitehouse fueron cercanos a la edad cronológica para ambos sexos.

En cambio con el método de Eklöf & Ringertz, si bien hubo algunas diferencias para ciertos grupos de edad en ambos sexos, estas diferencias no fueron estadísticamente significantes.

En el estudio de van Rijan et al. (Holanda, 2001) Los resultados mostraron una fuerte correlación entre la edad cronológica y la edad ósea a partir del Atlas de Greulich & Pyle.

En Inglaterra Dos estudios comparan los métodos de Greulich & Pyle y Tanner & Whitehouse

King et al. (1994) evaluó una serie de radiografías con ambas técnicas y determinó que no hubo diferencias significativas entre los dos métodos y el tiempo promedio fue menor con el uso del atlas de Greulich & Pyle

Bull et al. (1999) sugiere que el método de Tanner & Whitehouse debiera ser usado preferentemente, cuando se lleve a cabo evaluaciones seriadas en un individuo.

En relación a las edades cercanas al máximo crecimiento puberal

Para las niñas y niños de la muestra (Valparaíso) el peak de crecimiento se da antes que en los europeos, aunque la diferencia de edad es menor entre las niñas.

Las niñas de la muestra alcanzan su máximo crecimiento como promedio un año antes que en los hombres.

Las niñas chilenas alcanzan la etapa MP3cap, a los 11 años, un año después que las peruanas. En el caso de los hombres en ambos países se produce a los 12 años.

6. Conclusiones

- Al analizar los datos obtenidos tomando como Gold Standar el método Greulich & Pyle, se obtienen diferencias significativas en relación al método Eklof & Ringertz. En cuanto al método de Tanner & Whitehouse, la interpretación de los resultados es dependiente del valor de significancia escogido, $\alpha=0,05$ o $\alpha=0,01$, en este último caso los valores obtenidos no son significativamente diferentes.

- A pesar del diferente grado de experiencia entre los operadores; se determinó que no hubo diferencias significativas en los valores obtenidos, en cada uno de los tres métodos usados para la determinación de la edad ósea.

- Tanto los métodos Greulich & Pyle como Tanner & Whitehouse, no demuestran diferencias estadísticamente significativas con los valores de Edad Cronológica. Aún cuando el método Tanner & Whitehouse muestra globalmente estadísticas descriptivas muy similares a Edad Cronológica.

- Con el uso del método de Björk & Helm, las edades cercanas al máximo crecimiento puberal en niñas y en niños, fue de 11.4 y 12.7 años respectivamente.

7. Sugerencias

- Para poder determinar si existe diferencias entre niños y niñas, en los tres métodos para determinar la edad ósea, se sugiere aumentar el tamaño de la muestra.

- Ampliar el universo con la inclusión de diferentes colegios de la ciudad para seleccionar una muestra mas variada, ya que muchos niños de la muestra provenían de la zona de Playa Ancha.

8. Resumen

Este estudio tiene como objetivo principal comparar distintos métodos que mediante la radiografía de mano y muñeca, permiten estimar la edad ósea en niños y su máximo crecimiento puberal.

Para determinar la edad ósea se seleccionó, el método de Tanner & Whitehouse, el método de Eklöf & Ringertz y el Atlas de Greulich & Pyle, este último se consideró como Gold Estandar por ser ampliamente reconocido y aplicado en varios países. Para estimar la edad cercana al máximo crecimiento puberal se usó el método de Björk & Helm.

El tamaño de la muestra fue de 54 pacientes seleccionados al azar de todos los niños atendidos por los alumnos de 4º año de la Carrera de Odontología de la Universidad de Valparaíso, durante un trimestre del año 2007.

A cada niño o niña se le tomó una radiografía de Carpo de la mano izquierda.

Al analizar los datos obtenidos tomando como Gold Estándar el método Greulich & Pyle, se obtienen diferencias significativas en relación al método Eklof & Ringertz. En cuanto al método de Tanner & Whitehouse, la interpretación de los resultados es dependiente del valor de significancia escogido, $\alpha=0,05$ o $\alpha=0,01$, en este último caso los valores obtenidos no son significativamente diferentes.

A pesar del diferente grado de experiencia entre los operadores; se determinó que no hubo diferencias significativas en los valores obtenidos, en cada uno de los tres métodos usados para la determinación de la edad ósea.

Tanto los métodos Greulich & Pyle como Tanner & Whitehouse, no demuestran diferencias estadísticamente significativas con los valores de Edad Cronológica. Aún cuando el método Tanner & Whitehouse muestra globalmente estadísticas descriptivas muy similares a Edad Cronológica.

Con el uso del método de Björk & Helm, las edades cercanas al máximo crecimiento puberal en niñas y en niños fue de 11.4 y 12.7 años respectivamente.

9. Bibliografía






- 1) Aicardi G; Vignollo M; Milani S; (2000) "Assessment of Skeletal Maturity of the Hand-Wrist and Knee: A Comparison Among Methods". *American Journal of human Biology* 12: 610-615
- 2) Bull RK; Edwards PD; Kemp PM; Fry S, Hughes IA. (1999). "Bone age assessment: a large scale comparison of the Greulich and Pyle, and Tanner and Whitehouse (TW2) methods". *Arch Dis Child.* Aug; 81(2):172-3.
- 3) Büken B; Safak AA; Yazici B; Büken E; Mayda AS, (2007) "Is the assessment of bone age by the Greulich-Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish children?" *Forensic Sci Int.* Dec 20;173(2-3):146-53.
- 4) Canals M; Valenzuela C; Vergara P. (1985) "Maduración ósea de niños de 0 a 6 años. Muñeca y mano Parte I. Análisis Cuantitativo" *Rev. Chi.Pediatr.* 56 (5) 325-328.
- 5) Canals M; Valenzuela C; Avendano A; Samith S. (1988) "Maduración ósea de niños mayores de 6 años. Muñeca y mano Parte I. Análisis Cuantitativo" *Rev. Chi.Pediatr.* 56 (2) 102-105.
- 6) Enlow Donald H. "Crecimiento Maxilofacial". Edit. Mc Graw Hill. Tercera edición. 1992. México.
- 7) Freitas A. Rosa J.E. Faria e Souza J "Radiología Odontológica" Edit. Artes Médicas. Primera edición. Sao Paulo.
- 8) Groell R; Lindbichler F; Riepl T; Gherra L (1999). "The reliability of bone age determination in central European children using the Greulich and Pyle method" *British Journal of Radiology*, 72, 461-464.
- 9) Haiter-Neto F; Kurita LM; Menezes AV; Casanova MS. (2006). "Skeletal age assessment: a comparison of 3 methods". *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* Oct;130 (4):435.e15-20. A
- 10) King DG; Steventon DM; O'Sullivan MP; Cook AM; Hornsby VP; Jefferson IG; (1994) "Reproducibility of bone ages when performed by radiology registrars: an audit of Tanner and Whitehouse II versus Greulich and Pyle methods". *Br J Radiol.* Sep;67(801):848-51
- 12) Koc A; Karaoglanoglu M; Erdogan M; Kosecik M; Cesur Y. (2001) Assessment of bone ages: is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatr Int.* Dec; 43(6):662-5.




- 13) Loder RT; Estle DT; Morrison K; Eggleston D; Fish DN; Greenfield ML; Guire KE. (1993) "Applicability of the Greulich and Pyle skeletal age standards to black and white children of today" *Am J Dis Child*. Dec; 147 (12):1329-33
- 14) Malavé Y; Rojas I; Ferrara P (2007) "Evaluación de la edad ósea a través del estudio de la radiografía carpal" *Rev. Ven. Ort.* vol. 23 - nº 2
- 15) Mentzel HJ; Vilser C; Eulenstein M; Schwartz T; Vogt S; Böttcher J; Yaniv I; Tsoref L; Kauf E; Kaiser WA. (2005). "Assessment of skeletal age at the wrist in children with a new ultrasound device" *Pediatr Radiol*. Apr;35(4):429-33.
- 16) Mora S; Boechat MI; Pietka E; Huang HK; Gilsanz V. (2001) "Skeletal age determinations in children of European and African descent: applicability of the Greulich and Pyle standards". *Pediatr Res*. Nov; 50 (5):624-8.
- 17) Orellana T; Marengo H; Soldevilla L. (2006) Estudio de la maduración ósea en pacientes niños de la clínica odontológica de la UNMSM". *Odontología Sanmarquina*, 9 (2)
- 18) Ortega AI; Haiter-Neto F. (2006). "Comparision of TW2 and TW3 skeletal age differences in a brazilian population." *J. Appl. Oral Sci*, April vol 14 nº2.
- 19) Urzua. "Técnicas Radiográficas Dentales y Maxilofaciales –Aplicaciones". Edit. Amolca 2005 Colombia.
- 20) Van Rijn RR; Lequin MH; Robben SG; Hop WC; van Kuijk C. (2001) "Is the Greulich and Pyle atlas still valid for Dutch Caucasian children today?" *Pediatr Radiol*. Oct;31(10):748-52.
- 21) Valenzuela C; Canals M; Vergara P. (1985). "Maduración ósea de niños de 0 a 6 años. Muñeca y mano Parte II. Análisis de Probitos para Huesos aislados" *Rev. Chi.Pediatr*. 56 (5) 329 333.
- 22) Valenzuela C; Canals M (1985). "Maduración ósea de niños de 6 a 19 años. Muñeca y mano Parte II. Análisis de Probitos para Huesos aislados". *Rev. Chi.Pediatr*. 56 (3) 172-182.
- 23) Vellini. "Ortodoncia Diagnóstico Planificación Clínica".

Anexos



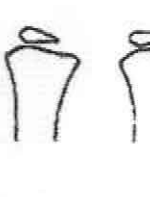

Tanner & Whitehouse 2 (TW2) Etapas de osificación




Radio

A		<p>El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.</p>
B		<p>El centro es de apariencia diferente y de forma ovalada con un borde liso y continuo.</p>
C		<p>El diámetro máximo es la mitad la mitad o más que el ancho de la metáfisis. La epífisis se ha ensanchado principalmente en su lado lateral, esta parte es más densa y mas redondeada, la parte medial se va estrechando. El tercio central de la superficie proximales plana y un poco densa y el espacio entre esta y la metáfisis radial Se ha reducido más o menos a un milímetro.</p>
D		<p>Una línea radiopaca aparece por dentro del borde distal de la epífisis; esto representa el borde de la superficie palmar y el hueso recién formado por distal a este, es el borde de la superficie dorsal.</p>
E		<p>El borde proximal de la epífisis está diferenciado en una superficie palmar y dorsal; la superficie palmar se ve como una línea densa ancha en el borde proximal de la epífisis. Ambos extremos de la epífisis pero particularmente la medial han crecido hacia los lados; el borde proximal ahora se ajusta a la forma de da metáfisis a lo largo de casi toda su extensión.</p>





F		<p>En el pequeño montículo de la superficie dorsal se han marcado bordes articulares semilunar y escafoides. El borde medial de la epífisis ha desarrollado superficies dorsal y palmar para la articulación con la epífisis del cúbito. El borde proximal de la epífisis ahora es ligeramente cóncava.</p>
G		<p>La epífisis ahora cubre la metáfisis en uno (usualmente la medial) o ambos lados.</p>
H		<p>La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. Una línea aún puede apreciarse con zona radiolúcidas donde el cartílago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión esta ocurriendo; hasta que la línea desaparece por completo.</p>


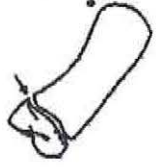


Cúbito

A		<p>El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido</p>
B		<p>El centro es de apariencia diferente y de forma ovalada con un borde liso y continuo</p>
C		<p>El diámetro máximo es la mitad o más del ancho de la metáfisis. La epífisis ahora es más alargada en sentido lateromedial que el sentido distoproximal. Los bordes proximal y distal son planos y no necesariamente paralelos, así es que la epífisis usualmente tiene forma de cuña con la punta orientada hacia lateral.</p>
D		<p>El proceso estiloides es visible como una pequeña proyección.</p>



E		La cabeza del cúbito esta claramente definida y mas densa que el proceso estiloides (su superficie medial aparece como una densa línea radiopaca que se diferencia del proceso estiloides, y comúnmente hay una concavidad en borde proximal y o distal de la epífisis, donde la cabeza y el proceso se encuentran) Borde de metafisis es plano.
F		La epífisis es tan ancha como la metafisis. El borde proximal de la epífisis y el borde distal de la metafisis se solapan en el tercio central.
H		La fusión de epífisis y metafisis ha comenzado. La línea entre estas aún es visible con zonas radiolúcidas usualmente del lado estiloides, donde el cartilago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión esta ocurriendo; hasta que la línea desaparece por completo.

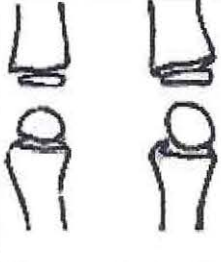
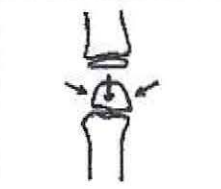
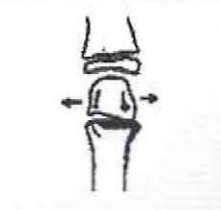
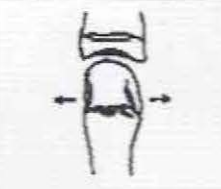

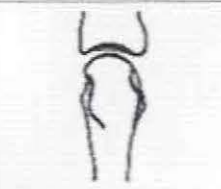
Primer Metacarpiano

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
B		El centro de la epífisis es de apariencia clara y de forma ovalada con un borde liso y continuo
C		El diámetro máximo es la mitad o más del ancho de la metafisis.
D		La epífisis es tan ancha como la metafisis. En el borde proximal presenta una concavidad. (Esto corresponde a las superficies dorsal y palmar de la epífisis que no son claras todavía.



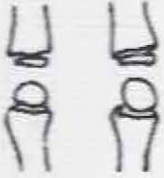



E		<p>La diferenciación de la superficie proximal entre dorsal y palmar es clara. La silla de montar formada por estas superficies conforma el borde contiguo al hueso trapecio. (Hacia el final de esta etapa el borde medial de la epífisis cambia de un de redondeado a borde plano).</p>
F		<p>La epífisis cubre la metáfisis en uno o lo en los dos lados; Suele verse mejor en lado medial que en el lateral, debido a la rotación del pulgar durante el posicionamiento de la mano.</p>
G		<p>La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. Una línea aún es visible con zonas radiolúcidas donde el cartilago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión está ocurriendo.</p>
H		<p>La fusión de epífisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).</p>



Tercer Metacarpiano

A		<p>El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.</p>
B		<p>La epífisis es diferente en apariencia y con forma redondeada; con un borde liso y continuo</p>






C		El diámetro transversal es la mitad o mas del ancho de la metáfisis
D		Desde la última etapa la forma de la epífisis ha cambiado de una forma ovalada a una forma de pala o de uña de dedo. Esto ocurre por los distintos bordes de la epífisis (lateral, medial y proximal) y por los ángulos que forman entre ellos.
E		Ahora es posible en una buena película distinguir la superficie dorsal y palmar de la epífisis. Desde la última etapa la superficie medial y/o lateral de los bordes de la superficie dorsal ha crecido cubriendo la superficie palmar de la epífisis. El contorno de los bordes palmares ahora aparece como una línea radiopaca.
F		La epífisis es tan ancha o mas que la metáfisis. (Esta etapa puede compararse con la de cubrimiento de la epífisis en la falanges).
G		La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. La línea radiolúcida de cartilago se extiende en tres cuartos del ancho del hueso pero no esta enteramente obliterado.
H		La fusión de epífisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).




Quinto Metacarpiano

A		<p>El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.</p>
B		<p>La epífisis es diferente en apariencia y con forma redondeada; con un borde liso y continuo.</p>
C		<p>El diámetro transversal es la mitad o más del ancho de la metáfisis.</p>
D		<p>Desde la última etapa la forma de la epífisis ha cambiado de una forma ovalada a una forma de pala o de uña de dedo. Esto ocurre por los distintos bordes de la epífisis (lateral, medial y proximal) y por los ángulos que forman entre ellos</p>
E		<p>Ahora es posible en una buena película distinguir la superficie dorsal y palmar de la epífisis. Desde la última etapa la superficie medial y/o lateral de los bordes de la superficie dorsal ha crecido cubriendo la superficie palmar de la epífisis. El contorno de los bordes palmares ahora aparece como una línea radiopaca.</p>
F		<p>La epífisis es tan ancha o mas que la metáfisis. (Esta etapa puede compararse con la de cubrimiento de la epífisis en la falanges).</p>





G		<p>La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. La línea radiolúcida de cartilago se extiende en tres cuartos del ancho del hueso pero no esta enteramente obliterado.</p>
H		<p>La fusión de epífisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).</p>







Falange Proximal del Pulgar

A		<p>El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.</p>
B		<p>La epífisis tiene apariencia diferente de forma redondeada; con un borde liso y continuo. (Múltiples centros pueden encontrarse cuyos diámetros sumados superan la mitad del ancho de la metáfisis)</p>
C		<p>El diámetro transversal es la mitad o más del ancho de la metáfisis.</p>
D		<p>El borde proximal es cóncavo y usualmente más denso. El lado medial es mas largo que el lateral dando la apariencia de cuña.</p>
E		<p>La epífisis es mas ancha que la metáfisis, particularmente al lado medial y sigue su forma en forma estrecha</p>


F		La epífisis cubre la metafisis. (esto se ve mejor en lado medial).
G		La fusión de la epífisis y metafisis ha comenzado.
H		La fusión de epífisis y metafisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).







Falange proximal del Tercer Dedo

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
B		La epífisis tiene apariencia diferente de forma redondeada; con un borde liso y continuo.
C		El diámetro transversal es la mitad o más del ancho de la metafisis.
D		El borde proximal de la epífisis es cóncavo y claramente más denso.


B		El centro tiene apariencia diferente de forma ovalada; con un borde liso y continuo
C		El máximo diámetro es la mitad o más que el ancho de la metáfisis radial. El borde cercano al ganchoso se ha aplanado.
D		El hueso se ha elongado con diámetro longitudinal claramente mayor que el transversal. (Esto se ha debido al crecimiento de los bordes medial y distal)
E		El borde cercano al semilunar se ha aplanado y forma un ángulo cercano 90° con el borde del ganchoso. Uno o los dos bordes muestran una ligera opacidad al empezar a formar facetas articulares.
F		La superficie dorsal y palmar son ahora visibles en el borde cercano al ganchoso y/o borde semilunar, Así la línea opaca vista en la etapa anterior en los bordes del hueso, ahora están claramente dentro del hueso.
G		El aumento, principalmente en la mitad distal del hueso, desde la última etapa ha causado una concavidad en el borde medial






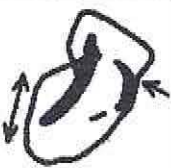
Hueso Semilunar

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
---	---	---


B		El centro tiene apariencia diferente de forma ovalada; con un borde liso y continuo
C		El máximo diámetro es la mitad o más que el ancho de la metáfisis radial. El borde distal del hueso es ahora radiopaco
D		La superficie dorsal y palmar de la parte distal del hueso esta claramente definida con uno o el otro o ambos proyectados hacia distal con una línea radiopaca que marca el área de confluencia. La superficie dorsal puede proyectarse hacia el escafoides pero no como una silla de montar. Hay un aplanamiento del borde adyacente al radio.
E		La superficie distal ahora forma una silla de montar definida para articular con el hueso grande, debido principalmente del crecimiento de su parte distal hacia el escafoides. El borde escafoides y piramidal son planos y ligeramente radiopacos.
F		La superficie dorsal de la silla del grande ha crecido desde su última etapa y ahora cubre más de la mitad de la distancia del borde palmar de la silla al escafoides. Hay un ángulo definido entre el borde escafoideo (él cual aún es recto) y el borde radial.
G		La superficie dorsal de la silla ahora se extiende lateralmente hasta tocar o cubrir el borde del escafoides. (Cualquier superficie palmar o dorsal o ambas dependiendo de la forma individual y posición, toca o cubre al ganchoso.) El borde escafoides ahora es cóncavo.






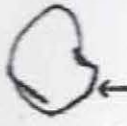

Hueso Escafoides

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
---	---	---







B		El centro tiene apariencia diferente de forma ovalada; con un borde liso y continuo
C		El máximo diámetro es la mitad o más que el ancho de la metafisis radial.
D		La superficie dorsal de la articulación del grande es visible afuera de la línea radiopaca, la que representa la superficie articular palmar.
E		La superficie cercana al hueso grande es cóncavo en su superficie dorsal y palmar. El borde cercano al trapecio y trapezoide es plano.
F		El hueso ha crecido principalmente en dirección medial y proximal, así su superficie dorsal ahora se extiende a través de la línea radiopaca hacia el semilunar y parte proximal del grande. Ahora hay un claro borde que corre cerca del semilunar,
G		La superficie cercana al hueso grande con este tienen una relación estrecha. El borde cercano al semilunar ha cambiado su dirección y está ahora en contacto el hueso semilunar sobre todo en su porción distal.


Trapecio

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
---	---	---

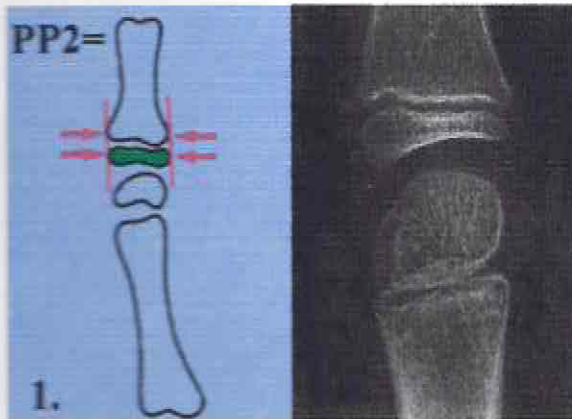
B		El centro tiene apariencia diferente de forma ovalada; con un borde liso y continuo
C		El diámetro máximo es la mitad o más del ancho de la metáfisis del primer metacarpiano. Hay un aplanamiento de los bordes cercanos al primer metacarpiano y/o del borde escafoides; la distancia entre estos dos bordes es claramente menor que el diámetro de los ángulos derechos a ellos.
D		Desde la última etapa, el hueso ha crecido principalmente hacia arriba a la base del segundo metacarpiano, así al espacio entre los dos es menor a un tercio del diámetro máximo del trapecio.
E		El borde del primer metacarpiano ahora es cóncavo y ligeramente radiopaca en su porción central (La concavidad se debe al crecimiento desde la etapa anterior siendo principalmente en la dirección del borde lateral de la base del primer metacarpiano).
F		El borde distal del hueso ahora cubre ligeramente la punta lateral de la base del segundo metacarpiano. El borde del escafoides es ahora plano y radiopaco, y en una buena radiografía las superficies articulares palmar dorsal de este borde pueden cubrir el borde del trapecioide.
G		Hay un nuevo borde recto formando la parte distal del lado radial del hueso, la superficie del primer metacarpiano encuentra este borde afilado. La superficie del primer metacarpiano conforma silla de montar de la epífisis del primer metacarpiano con superficies dorsal y palmar ahora diferenciada
H		Desde la última etapa el borde radial tiene una protuberancia hacia fuera de esta forma tiene dos porciones, la distal orientada lateralmente y el proximal orientada hacia el radio; esta porción proximal es ligeramente cóncava o algunas veces plana.

Trapezoide

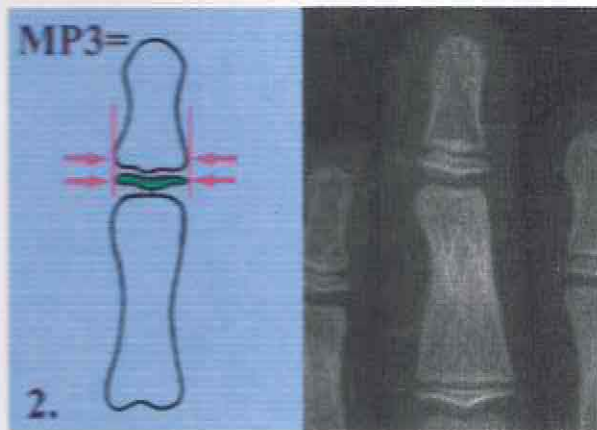
A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
B		El centro tiene apariencia diferente de forma ovalada; con un borde liso y continuo
C		El diámetro máximo es la mitad o más del ancho de la metafisis del primer metacarpiano
D		Hay un aplanamiento del borde cercano al hueso grande y/o el borde se extiende en ángulo recto el cual eventualmente se articulará con el lado mesial de la base del segundo metacarpiano.
E		<p>Línea radiopaca aparece borde cercano a hueso grande y /o borde medial del segundo metacarpiano</p> <p>La diferencia de uno pero no de ambos bordes en la superficie palmar y dorsal puede haber tomado lugar</p> <p>El borde distal del hueso ha crecido desde la última etapa y ahora forma un pick redondeado que después se articulara porción central del segundo metacarpiano</p> <p>Aunque este pick es parte de la futura superficie dorsal y puede aparecer como tal, en esta etapa no hay una diferenciación clara entre la superficie dorsal y palmar</p>
F		<p>La superficie dorsal de la articulación con el segundo metacarpiano es ahora visible</p> <p>Distal a la línea radiopaca que marca el borde de la superficie palmar. La superficie dorsal de la articulación del hueso grande es ahora visible, Este crecimiento dorsal se ha desarrollado de tal manera que los bordes del segundo metacarpiano y grande que se traslapan o casi se traslapan,</p>

G		El borde proximal dorsal del hueso ahora es cóncavo, aunque el aspecto de este borde palmar muestra una línea recta
---	---	---

Etapas del Análisis de Björk & Helm



Se caracteriza porque la epífisis de la falange proximal del dedo Índice (PP2), muestra igual anchura que la diáfisis.



La Epífisis de la Segunda Falange del dedo medio (MP3=) muestra igual anchura que la diáfisis.

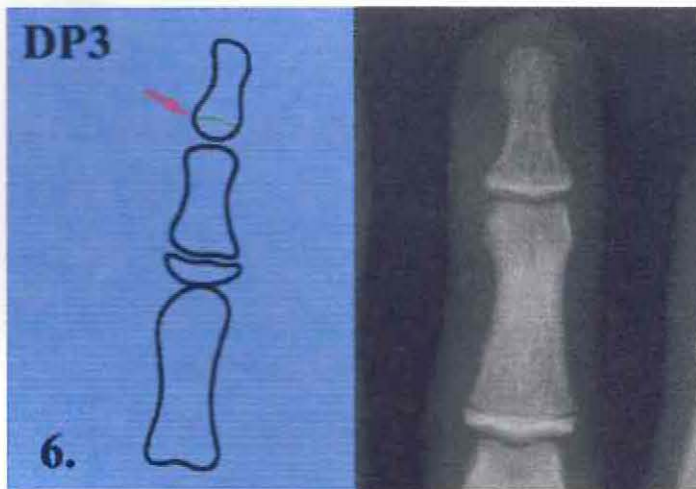


Estadio S: Inicio de la mineralización de Hueso Sesamoideo, cubital de la Articulación Metacarpofalángica del Pulgar.

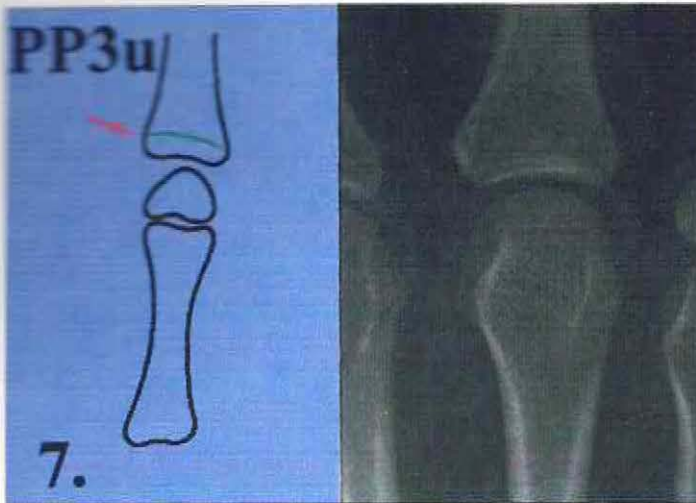
PP1 cap: La epífisis de la falange proximal del 1er Dígito o dedo Pulgar rodea en forma de capuchón a la diáfisis



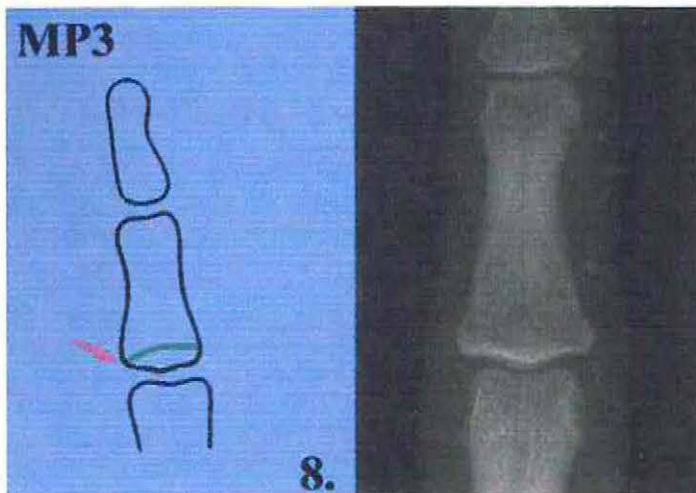
MP3 cap: La epífisis de la falange media del 3er. Dígito o dedo medio rodea en forma de capuchón a la diáfisis.



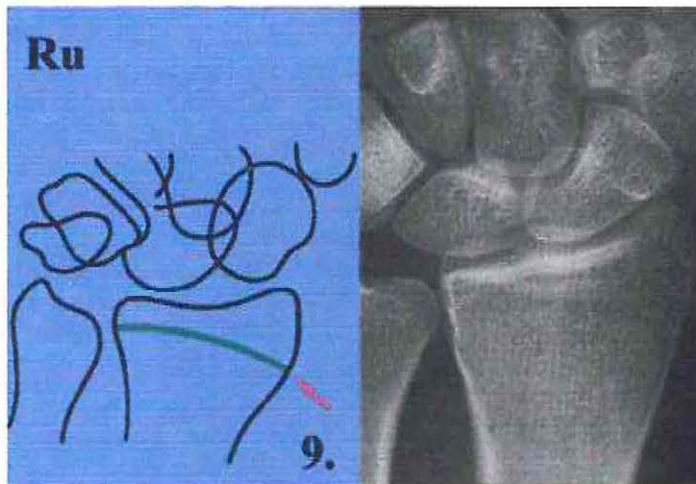
Fusión visible de epífisis y diáfisis de la falange distal del 3er dígito, dedo medio.







Fusión visible de epífisis y diáfisis de la falange proximal del 3er dígito, dedo medio.






Fusión visible de epífisis y diáfisis de la falange media del 3er dígito, dedo medio








Osificación completa de epífisis y diáfisis del Radio. Al llegar a este estadio, se termina la osificación de todos los huesos de la mano y al mismo tiempo el crecimiento óseo.

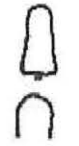

E		Le epífisis es tan ancha como la metáfisis y sigue su forma, sin embargo aún no cubre los bordes.
F		La epífisis cubre la metáfisis.
G		La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. Una línea aún es visible con zonas radiolúcidas donde el cartílago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión está ocurriendo
H		La fusión de epífisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).







Falange Proximal del Quinto Dedo

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
B		La epífisis tiene apariencia diferente de forma redondeada; con un borde liso y continuo.
C		El diámetro transversal es la mitad o más del ancho de la metáfisis.


D		El borde proximal de la epífisis es cóncavo y claramente más denso.
E		Le epífisis es tan ancha como la metáfisis y sigue su forma, sin embargo aún no cubre los bordes.
F		La epífisis cubre la metáfisis.
G		La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. Una línea aún es visible con zonas radiolúcidas donde el cartilago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión está ocurriendo
H		La fusión de epífisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).








Falange Media del Tercer Dedo

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
B		La epífisis tiene apariencia diferente de forma redondeada; con un borde liso y continuo.







C		El diámetro transversal es la mitad o más del ancho de la metáfisis.
D		<p>La porción central del borde proximal se hace mas denso y crece hacia la falange adyacente</p> <p>La línea radiopaca representa la superficie dorsal de la epífisis; próximo a la superficie palmar usualmente es visible en uno o ambos lados como una proyección convexa. En algunas posiciones de la mano sin embargo estos bordes proximales de la superficie dorsal y palmar aparecen superpuestos.</p>
E		La epífisis es tan ancha como la metáfisis.
F		La epífisis cubre la metáfisis.
G		La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. Una línea aún es visible con zonas radiolúcidas donde el cartílago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión está ocurriendo
H		La fusión de epífisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).



Falange Media del Quinto Dedo

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
---	---	---






B		<p>La epífisis tiene apariencia diferente de forma redondeada; con un borde liso y continuo.</p>
C		<p>El diámetro transversal es la mitad o más del ancho de la metáfisis.</p>
D		<p>La porción central del borde proximal se hace mas denso y crece hacia la falange adyacente La línea radiopaca representa la superficie dorsal de la epífisis; próximo a la superficie palmar usualmente es visible en uno o ambos lados como una proyección convexa. En algunas posiciones de la mano sin embargo estos bordes proximales de la superficie dorsal y palmar aparecen superpuestos.</p>
E		<p>La epífisis es tan ancha como la metáfisis.</p>
F		<p>La epífisis cubre la metáfisis.</p>
G		<p>La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. Una línea aún es visible con zonas radiolúcidas donde el cartilago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión está ocurriendo</p>
H		<p>La fusión de epífisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).</p>




Falange Distal del Pulgar

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
B		La epífisis tiene apariencia diferente de forma redondeada; con un borde liso y continuo.
C		El diámetro transversal es la mitad o más del ancho de la metáfisis.
D		La epífisis es tan ancho como la metáfisis. La forma ha cambiado, ahora el borde distal es un tanto plano y el borde proximal angulado.
E		El borde próximo-lateral de la epífisis es ahora cóncavo Toma forma la cabeza de la falange proximal (en algunas posiciones del pulgar este borde no es visible como tal. En cambio la superficie articular puede verse como línea radiopaca cóncava dentro del borde próximo-lateral). En el borde distal la superficie medial y lateral ambos pueden verse formando como una de silla de montar con la base de la falange terminal La epífisis es ahora mas ancha que la metáfisis.
F		La epífisis cubre la metáfisis. (porque la posición del pulgar se ve mejor en el lado medial).





G		<p>La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. Una línea aún es visible con zonas radiolúcidas donde el cartílago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión está ocurriendo</p>
H		<p>La fusión de epífisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).</p>

Falange Distal del Tercer Dedo

A		<p>El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.</p>
B		<p>La epífisis tiene apariencia diferente de forma redondeada; con un borde liso y continuo.</p>
C		<p>El diámetro transversal es la mitad o más del ancho de la metáfisis.</p>
D		<p>La epífisis es tan ancha como la metáfisis. La porción central del borde proximal ha crecido hacia la falange media, así el borde proximal es una superficie convexa; no hay diferencia en la superficie palmar y dorsal.</p>
E		<p>Superficie dorsal y palmar de el borde proximal son distintas y cada una toma la forma de la articulación de de la falange media. La superficie palmar aparece como una proyección proximal, a una línea radiopaca que representa la superficie dorsal.</p>

F		La epífisis cubre la metáfisis.
G		La fusión de epífisis y metáfisis ha comenzado. Una línea aún es visible con zonas radiolúcidas donde el cartilago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión está ocurriendo
H		La fusión de epífisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).

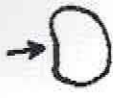



Falange Distal del Quinto Dedo

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
B		La epífisis tiene apariencia diferente de forma redondeada; con un borde liso y continuo.
C		El diámetro transversal es la mitad o más del ancho de la metáfisis.
D		La epífisis es tan ancha como la metáfisis. La porción central del borde proximal ha crecido hacia la falange media, así el borde proximal es una superficie convexa; no hay diferencia en la superficie palmar y dorsal



E		Superficie dorsal y palmar de el borde proximal son distintas y cada una toma la forma de la articulación de de la falange media. La superficie palmar aparece como una proyección proximal, a una línea radiopaca que representa la superficie dorsal.
F		La epifisis cubre la metáfisis.
G		La fusión de epifisis y metáfisis ha comenzado. Una línea aún es visible con zonas radiolúcidas donde el cartílago se mantiene y áreas radiopacas donde la fusión está ocurriendo
H		La fusión de epifisis y metáfisis está completa (En su mayor parte la línea de fusión ha desaparecido completamente pero remanentes opacos pueden ser visibles).







Hueso Grande

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
B		El centro tiene apariencia diferente de forma ovalada; con un borde liso y continuo.
C		El diámetro máximo es la mitad o más que el ancho del metáfisis radial. El borde adyacente del ganchoso es ahora plano o con una ligera convexidad. El borde adyacente al segundo metacarpiano comienza a diferenciarse del borde del ganchoso así el centro toma forma de D.


D		El borde cercano al ganchoso es ahora cóncavo y ligeramente radioaco. El hueso se ha alargado, así el diámetro longitudinal es mayor que el transversal, pero menos que la distancia de su borde proximal a la metáfisis radial
E		El diámetro longitudinal es ahora igual o mayor que la distancia desde su borde proximal a la metáfisis radial.
F		Una línea radiopaca aparece a lo largo del borde latero-distal, Debido a la formación de facetas articulares con el segundo y tercer metacarpiano Una línea radiopaca aparece en la litad de la concavidad del borde cercano al ganchoso, debido a la formación de la faceta articular del ganchoso.
G		La faceta articular del segundo y tercer metacarpiano se han desarrollado y la superficie dorsal y palmar son visibles. La línea radiopaca a lo largo del borde del hueso en la última etapa ahora está ubicada dentro del hueso y no en el margen por el crecimiento de la superficie dorsal.

Hueso Ganchoso

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
B		El centro tiene apariencia diferente de forma ovalada; con un borde liso y continuo

C		El máximo diámetro es la mitad o más que el ancho del metáfisis radial. La superficie que después se articula con el piramidal se ha aplanado, así la apariencia del ganchoso es de forma de D.
D		El borde cercano al hueso grande ahora se ha modificado a la forma de la faceta articular del hueso grande. Este cambio usualmente toma la forma de una ligera protuberancia en los dos tercios del borde descendente, con un Borde proximal y distal algo aplanados El borde del metacarpo y del grande se han diferenciado así la forma de D ha cambiado a una figura de tres lados.
E		Una concavidad se aprecia en al borde del hueso piramidal (por el considerable crecimiento hacia la base del quinto metacarpiano desde la ultima etapa).
F		La faceta articular de cuarto metacarpiano ha comenzado a diferenciarse en superficie dorsal y palmar, pueden ser vistas como una línea radiopaca que corre en o por dentro del borde distal del hueso.
G		El gancho de este hueso a comenzado a aparecer como un línea radiopaca, se distingue de la superficie articular cercana al cuarto y quinto metacarpiano La articulación con el cuarto y quinto metacarpianos se han desarrollado así hay dos superficies distintas en el borde distal del hueso, una corre transversal y otra en el lado medial corriendo diagonal al eje de la mano.
H		El gancho de este hueso es completamente visible.

Hueso Piramidal

A		El centro es apenas visible como un depósito de calcio único o más raro como depósitos múltiples. El borde es mal definido.
---	---	---