



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

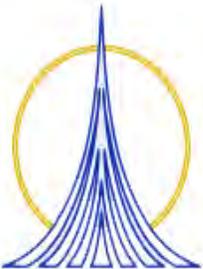
CARRERA CIRUJANO DENTISTA

***COMPARACIÓN DE LA MADURACIÓN ÓSEA Y MADURACIÓN
DENTAL AUXILIADAS POR LA RADIOGRAFÍA CARPAL***

MA. DEL CARMEN CARRICHI GÓMEZ
QUIEN PRESENTA TESIS PARA OBTENER EL TITULO EN
CIRUJANO DENTISTA

DIRECTOR: C.D. ENRIQUE CELAYO RENEAM
ASESORA: C.D. ROSALVA GARCÍA LOMELÍ

MÉXICO D. F., MARZO DE 2008





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicado a:

A la vida, a Dios, a cada profesor , a grandes amigos y a todas las personas que de alguna manera me brindaron su apoyo incondicional y por supuesto creyeron en mí cuanto más difícil era el camino.

Pero sobre todo a quienes me heredaron el tesoro más grande que pueda dársele a un hijo: Amor, a quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida, me han formado y educado, a quienes la ilusión de su existencia ha sido verme convertida en una persona de provecho, a quienes nunca podré pagar todas los desvelos con las riquezas más grandes del mundo, a los seres que más amo en esta vida: "MI FAMILIA"

ÍNDICE

CONTENIDO

I. Introducción	1
II. Justificación	4
III. Planteamiento del problema	5
IV. Marco teórico	6
V. Objetivos (general y específicos)	66
VI. Hipótesis	67
VII. Hipótesis de trabajo	68
VIII. Diseño de la investigación	69
• material y métodos	
• variables y operacionalización de variables	
• técnica e instrumentos	
• diseño estadístico	
IX. Recursos (humanos, físicos y materiales)	74
X. Cronograma de actividades	75
XI. Presentación de resultados	76
XII. Discusión	82
XIII. Conclusiones	84
XIV. Perspectivas	85
XV. Anexos	87
XVI. Referencias bibliográficas	93

I. INTRODUCCIÓN

La determinación de la maduración ósea a través de la radiografía de la mano y muñeca forma parte de la lista de exámenes complementarios utilizados para el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóntico – ortopédico.

Los estudios han demostrado que dos tercios de los casos tratados ortodónticamente incluyen tipos de maloclusiones donde el crecimiento y desarrollo desempeñan un papel preponderante en el éxito o en el fracaso de la mecanoterapia.

Cada vez más la ortodoncia y ortopedia contemporánea se preocupan por la corrección precoz de las maloclusiones, dando gran importancia a la armonización de las bases óseas en detrimento de las discrepancias y posicionamiento dentarios, que pueden ser corregidos en cualquier época de la vida, pero para esto, es necesario, que se utilicen los momentos de mayor pico de crecimiento individual. La edad cronológica, la edad dental y la edad ósea son indicadores del nivel de madurez de un individuo. Observando los niveles de madurez de un niño (a) , es posible hacer una estimativa de cuando alcanzará la pubertad o incluso el pico de crecimiento puberal. Esta estimativa es muy variable y diferentes individuos llegan al mismo estadio de desarrollo en diferentes edades cronológicas. Algunos niños (as) tienen una maduración lenta y alcanzan el pico de crecimiento puberal en edades más avanzadas mientras que otros, con maduración más rápida lo alcanzan en edades menores.

No podemos estimular o inhibir el crecimiento craneofacial, sin embargo, si detectamos la época donde ocurre el mayor pico de crecimiento podemos, utilizando aparatología adecuada direccionar o eliminar trabamientos que estén impidiendo que eso ocurra.

La edad cronológica invariablemente no coincide con la edad ósea o esquelética, ya que varios factores contribuyen para esta variación, como genéticos y raciales, condiciones climáticas, circunstancias nutricionales, condiciones socioeconómicas y alteraciones de una maduración cada vez más precoz del hombre a través del tiempo. Así que realmente debe interesar más la edad ósea que la edad cronológica, ya que la primera representa con más fidelidad el desarrollo físico del individuo.

Por lo tanto en la odontología es importante establecer parámetros de maduración en los individuos a lo largo del crecimiento, ya sea ósea, dental o sexual, lo cual nos proporciona información específica sobre patrones de comportamiento de los individuos dentro de una población. Una vez obtenida esta información, sirve como criterio clínico para decidir el momento adecuado para un tratamiento ortopédico u ortodóncico oportuno, adquiriendo provecho de los momentos de velocidad máxima de crecimiento, de forma tal, que se logre obtener el mejor resultado y mayor beneficio posible para el individuo. Por lo general, todos los individuos presentan un patrón de crecimiento óseo similar y la diferencia radica en que el proceso ocurre a un ritmo diferente en cada uno de ellos.

Sin embargo a pesar de que la odontología está en constante actualización con respecto a nuevas técnicas, materiales o equipo se le dedica muy poco recurso a la investigación, contando así con estudios a nivel de nutrición, realizados por varias instituciones, con respecto a talla y peso en niños (as), pero no se tiene noción suficiente del desarrollo y crecimiento de escolares y adolescentes con respecto a la maduración biológica y las edades a las que se presenta.

El estudio de la maduración esquelética proporciona uno de los indicadores más útiles para la valoración del desarrollo corporal en la infancia. El desarrollo esquelético suele subdividirse en dos componentes: el crecimiento y la

maduración. Estos se consideran dos procesos diferentes aunque tengan lugar simultáneamente. Sin embargo, cuando se establecen unidades de medida surgen dudas acerca de su catalogación de uno u otro de los componentes del desarrollo óseo. Idealmente, deberían emplearse parámetros específicos para cada uno de estos fenómenos.

Casi con el inicio de la valoración de la maduración ósea en radiografías surgió la búsqueda de una o varias mediciones lineales de las imágenes óseas que sirvieran de patrón en la evaluación. Estas mediciones (métodos métricos) se han utilizado de forma simple (radios, diámetros, entre otros) o como base de formulaciones para cálculos más complejos, generalmente relacionados con el área de la sombra ósea radiográfica. Algunos autores relacionan la edad ósea con curvas de crecimiento, con cambios físicos y otros se basan en los estadios de calcificación dental. El hecho de establecer una buena relación entre la maduración esquelética, somática y los estadios de calcificación dental, nos ayudará a estimar el crecimiento activo prepuberal que se presenta al inicio del pico de crecimiento, con lo cual se establece el desarrollo del niño (a) y su propio potencial de crecimiento.

De esta forma el crecimiento de los huesos de la mano puede ser utilizado como representativo del crecimiento físico general del individuo, es por ello que en este trabajo se hace una descripción de la interpretación radiográfica carpal y su comparación con la edad dental, en pacientes que acuden a la clínica “Zaragoza” durante el período 2004 – 2005 a tratamiento dental, basándose en métodos establecidos que permiten identificar esta correlación.

II. JUSTIFICACIÓN

A pesar de que en Europa se cuenta con estudios de maduración ósea desde 1930 y se conoce acerca de la radiografía carpal, en México empieza a tomar auge y pese a que en nuestro país la odontología está en constante actualización con respecto a nuevas técnicas, materiales o equipo se le ha dedicado muy poco recurso a la investigación, en el área médica se cuenta con estudios a nivel de nutrición, realizados por varias instituciones, con respecto a talla y peso en niños (as) y aunque algunos investigadores han intentado determinar si hay relación entre el nivel de maduración esquelética (edad ósea) y la madurez de la dentición permanente (edad dental), los informes en la literatura presentan resultados poco concluyentes.¹

Por otro lado en nuestro país el odontólogo de práctica general no tiene la noción suficiente del desarrollo y crecimiento de escolares y adolescentes con respecto a la maduración biológica y las edades a las que se presenta, así como tampoco conoce acerca de la interpretación de la radiografía carpal y sus beneficios como un excelente auxiliar de diagnóstico para obtener mejores resultados en el tratamiento ortodóncico y sobre todo ortopédico oportuno y por lo tanto mejores benéficos para el paciente.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio de la maduración ósea es un excelente auxiliar de diagnóstico ya que proporciona uno de los indicadores más útiles para la valoración del desarrollo corporal en la infancia y en la pubertad y el hecho de establecer una buena relación entre la maduración esquelética, somática y de estadios de calcificación dental, le brinda al odontólogo datos específicos que ayudan a estimar el crecimiento activo prepuberal que se presenta al inicio del pico de crecimiento, con lo cual se establece el desarrollo del niño (a) y su propio potencial de crecimiento² y por consiguiente si el odontólogo conoce e interpreta la radiografía carpal podrá obtener un criterio clínico para decidir el momento adecuado para un tratamiento ortodóncico u ortopédico oportuno valiéndose de los momentos de velocidad máxima de crecimiento de manera tal que se logre obtener el mejor resultado y mayor beneficio posible para el paciente, y es por esto que nos surge la interrogante:

- ¿Permite la radiografía carpal y una radiografía panorámica establecer una relación directa entre los estadios de maduración ósea con la maduración dental en pacientes de un mismo rango de edad?

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En 1785 Guillermo Morgan, miembro de la Royal Society de Londres, sin saberlo había producido los rayos X, con el advenimiento de dicho descubrimiento Roentgen el 8 de noviembre de 1895 radiografió las manos de su propia mujer, siendo la primera radiografía carpal de la historia, sin este suceso la maduración esquelética no tendría ninguna aplicación práctica.

Fue después del descubrimiento de los rayos X, que llegaron a la conclusión de que el calcio es radio – opaco, en tanto que los cartílagos son atravesados por los rayos X, lo que permitió una fácil visibilidad de las primeras fases de osificación.

Pryor y Rocht en 1902 se unieron para examinar radiografías de muñeca y sus métodos de obtención por lo que fue el primer estudio completo del siglo, de los tipos de osificación de las extremidades, descubriendo con el análisis de 1000 casos lo siguiente:

“Hemos llegado a la conclusión de que en el proceso de desarrollo, desde el nacimiento hasta la adolescencia, los cambios normales que se efectúan en la muñeca son semejantes a las de otras articulaciones, y que en la mayoría de los individuos la muñeca puede aceptarse como un testimonio bastante fidedigno del desarrollo en general.” A lo que se llamó edad anatómica y que más tarde se conocería como edad ósea esquelética.

Rocht, siete años después, describió un método que se basaba en la descripción de unas etapas del desarrollo, estudiando principalmente el primer signo de osificación en uno de los centros óseos del carpo, radio o cubito, describiendo 13 etapas o categorías de madurez, clasificándolas con letras:

- “A” cuando sólo mostraba calcificación en el huesos anchos y grandes del cuerpo

- “B” cuando además de estos huesos eran visibles en el trapecio y la epífisis distal del radio y así sucesivamente
- “M” que era la categoría final correspondiente a una mano en la cual la epífisis del radio y cubito estaban a punto de soldarse, y en el carpo era más o menos maduro.³

No obstante surgió el inconveniente de que en los años anteriores a la pubertad es muy difícil la diferenciación por este método.

Las ideas de Franz Boas con respecto al desarrollo esquelético fueron aplicadas poco después de que Roentgen descubriera como hacer radiografías, siendo el primero en introducir el concepto de madurez fisiológica⁴, así en 1912, Boas afirmó como verdadera la íntima correlación de determinados estadios de desarrollo en varias partes del cuerpo humano siendo muy útil la de la mano. Sin embargo, la primera guía para el análisis del grado de maduración esquelética fue el atlas de mano y muñeca, escrito por T. Wingate Todd en 1937, seguido por el atlas de Greulich y Pyle en 1959.⁵

Bardeen en 1921, intentó diferenciar el método anterior atribuyendo a cada uno de los centros de crecimiento del carpo una de las cuatro primeras letras:

- “A” significaba que el centro de la osificación era reciente que apenas resultaba visible.
- “D” significaba el centro muy calcificado.
- “B” y “C” eran las etapas intermedias.

Estos dos métodos fracasaron por diversas razones, siendo la más importante el no tomar en cuenta los factores hereditarios como un papel importante para la determinación del orden de osificación de los centros esqueléticos.⁵

Lowell y Woodrow, Carter y Flory, investigadores interesados en el orden de aparición de los huesos, así como su osificación y la madurez ósea, midieron directamente la cantidad de tejido óseo que mostraban las radiografías. Pero estos intentos no tuvieron éxito, llamándose este último planimetría.⁵

Wingate Todd en 1937 uno de los investigadores más distinguidos en el campo del desarrollo físico, escribe en este mismo año en "Atlas of skeletal maturation" en donde menciona que el problema consiste en la medición grado por grado de la metamorfosis del esqueleto cartilaginoso y membranoso del feto hasta convertirse en esqueleto totalmente osificado del adulto.⁵

Hasselw Ader publicó valores estándar para determinar la edad esquelética, realizada desde el punto de vista anatómico en 1938.

Sontag y Lipford, cinco años más tarde, menciona que se deben tomar radiografías de diversas articulaciones y deducir la edad ósea, tomando en cuenta para esto la epífisis, en donde la osificación empieza más recientemente. Este método no es recomendable por dos causas:

1. Este procedimiento se refiere sólo al depósito inicial de calcio en los huesos, que posiblemente constituye el aspecto más importante en la maduración de un centro óseo.
2. Implica una abundante exposición del niño a los rayos x.

Schmid en 1949, se declara en contraposición con la idea de que la maduración sexual no está íntimamente relacionada a la osificación de los huesos.

Greulich y Pyle, definen el concepto de indicadores de la madurez esquelética, como características de determinados huesos que deben reconocerse en la radiografía y que por producirse de una manera regular y en un orden definido e

irreversible señalan su progreso hacia la madurez. Elaboraron un atlas radiográfico de mano y muñeca vigente hoy en día.

Dermis y Wartman en 1956 informaron una alta correlación entre las edades dental y ósea. Lilliequist y Lundberg en 1971 mencionaron correlaciones semejantes.⁵

Schmid y Moll en 1960, crean un atlas con el que se obtienen resultados satisfactorios, en el cual se realizó con niños alemanes. Tres años después, de este acontecimiento y, trece años después de las investigaciones hechas por Greulich y Pyle, Acheson y colaboradores, establecen que admitiendo una osificación de 8 a 12 meses en la valoración de una sola radiografía de la mano con el atlas de Greulich y Pyle se obtiene una proporción máxima de errores del 5%.

En 1962 Tanner y colaboradores publicaron un nuevo método para determinar el grado de maduración esquelética a partir de radiografías carpales (TW1). La versión actualizada de este sistema es el TW2 publicado en 1975.⁴

T.M. Roehl, pediatra, en el mismo año publicó observaciones hechas sobre radiografías de la mano en niños sanos y que estaban en vías de desarrollo, llegando a la siguiente conclusión:

- La edad cronológica de un niño no constituye una indicación válida de su estado general de desarrollo, ni mucho menos es de importancia la altura y el peso.

H.H. Horch, en su libro de cirugía oral y maxilofacial en 1996 dice que “En la población en general las mujeres acaban su crecimiento a los 16 años mientras que los hombres lo hacen a los 18 años. Las desviaciones de esta norma hasta dos o más años de retraso deben tenerse en cuenta, sobre todo en chicos jóvenes.”⁵

El crecimiento y la maduración en el ser humano, es el resultado de la interrelación genético-ambiental, la cuál determina que en la población general existan niños (as) con diferentes ritmos de crecimiento y maduración: tardíos, promedio y tempranos^{6,7}

La edad ósea constituye el indicador de madurez biológica más útil para caracterizar ritmos o "tiempos" de maduración durante el crecimiento, ya que otros indicadores tradicionalmente utilizados, se limitan a ciertas etapas de la vida y muestran gran variabilidad, en especial durante la pubertad. Por esta razón, la verdadera edad biológica de un individuo durante su crecimiento sólo se puede obtener de su edad ósea, y estimar desde el período neonatal hasta el final del crecimiento.

Se entiende por crecimiento el aumento de las dimensiones de la masa corporal, modificaciones en las proporciones corporales, y la maduración de los huesos, visceral, bioquímica y neuropsíquica del niño. Es un fenómeno evolutivo desde el inicio de la vida intrauterina hasta el final de la adolescencia.

Cada período vital en el desarrollo del niño presenta peculiaridades. Existiendo los denominados períodos críticos que corresponden a momentos de máximo crecimiento en el tamaño y el número de las células, en los que el organismo es mucho más vulnerable si se produce cualquier alteración. Esto es debido a la hipertrofia e hiperplasia de los tejidos constitutivos del organismo. El crecimiento puede ser medido en función de cm/año, gramos/día, es decir, es cuantitativo. El crecimiento es el resultado de la división celular y el producto de la actividad biológica encontrándose regularmente con el aumento de tamaño, tomando en cuenta que el crecimiento esta determinado genéticamente pero es modulado por un amplio grupo de factores. Estos factores son nutricionales, ambientales, endocrinos, etc. La normalidad de todos estos factores origina la talla normal determinada genéticamente para cada individuo.⁸

Entre los factores bioquímicos que regulan el crecimiento se encuentra la hormona del crecimiento la cual es una hormona polipeptídica de 191 aminoácidos. Es segregada por el lóbulo anterior de la hipófisis en el cerebro. Se puede encontrar en varias formas, y se transporta en el torrente sanguíneo ligado a proteínas transportadoras. Una vez libre se une a receptores específicos de las células de múltiples tejidos. Básicamente actúa sobre el crecimiento, estimulando la síntesis de otras sustancias denominadas factores de crecimiento (somatomedinas). Su síntesis y secreción está regulada por distintos sistemas reguladores, neuronales, y de retroalimentación hormonal. La secreción de la hormona es de forma pulsátil. Durante el día se producen pequeños picos de secreción, pero la mayor parte de la hormona se libera por la noche, durante el sueño.

Otros factores bioquímicos de crecimiento son también sustancias formadas por péptido, que son sintetizadas por un gran número de células en el organismo. Actúan estimulando la síntesis de ADN en muchos tipos de células. Su regulación es por la acción directa de la hormona de crecimiento, pero su síntesis también depende de factores como la edad o el estado nutricional. Por ejemplo, cuando hay restricción de calorías y proteínas en la dieta, se produce un estado de resistencia a la acción de la hormona de crecimiento en los tejidos periféricos, encontrándose niveles altos de hormonas y sin embargo los de factores de crecimiento se encuentran bajos.⁹

Otro factor del crecimiento es la nutrición, que influye como factor regulador en el crecimiento. Durante los dos primeros años de vida, y en la adolescencia las necesidades de energía y de algunos nutrientes como las proteínas es máxima, por lo que el riesgo de hipocrecimiento de origen nutricional es mayor. Existen diferencias sexuales: los varones en condiciones normales utilizan mejor la energía, pero en situaciones deficitarias son las mujeres las que presentan una mayor estabilidad por lo que la repercusión sobre el crecimiento es menor. La malnutrición produce en general un enlentecimiento o detención del crecimiento.¹⁰

Se considera el desarrollo como una serie de procesos de cambios cuantitativos y cualitativos que tienen lugar en el organismo humano y traen consigo el aumento en la complejidad de la organización e interacción de todos los sistemas. También se refiere a cambios unidireccionales que ocurren en un ser viviente desde constituirse como una simple célula hasta la muerte.

Los términos de crecimiento y desarrollo se aceptan ampliamente en conjunto para designar los procesos químicos, físicos y psicológicos que causan los cambios estrechamente vinculados a las formas y funciones de todos los tejidos del cuerpo, incluyendo crecientes capacidades y adaptaciones adquiridas en el proceso hacia la madurez.

Mientras que el término de maduración representa, para muchos, cambios ocurridos con la edad. Puede pensarse en la pubertad como un período de maduración rápida, así como también de crecimiento acelerado. Sin embargo, se puede hablar de órgano maduro cuando este alcanza su mayor grado de perfeccionamiento funcional^{1,11,12,13}

Velocidad de crecimiento. Las diferentes partes del cuerpo humano crecen con diferentes velocidades. Éstas se modifican con la edad. Las proporciones se obtienen porque los tejidos y los órganos crecen con diferente ritmo y en diferentes épocas. A pesar de que el crecimiento es un proceso ordenado hay momentos en el que se intensifica y otros en que mantiene una relativa estabilidad. Por lo tanto corresponde a la ganancia o incremento madurativo que ha experimentado un individuo en un espacio de tiempo determinado.¹⁴

Ritmo de crecimiento. Los brotes de crecimiento peripuberal dependen del sexo y varían en relación con la edad cronológica. Éstas variaciones determinan la velocidad y duración del proceso de crecimiento. Por lo general, el brote de crecimiento puberal se inicia en las niñas, entre los 10 y 12 años y en los niños, entre los 12 y 14 con un margen de variaciones de 3 a 6 años.

Se habla de un trastorno del ritmo de crecimiento cuando se produce una desviación de ± 2 años entre la edad cronológica y la biológica. Los criterios reales para valorar el desarrollo óseo son el crecimiento en una determinada unidad de tiempo y el desarrollo hasta la madurez.¹⁵

Pico de crecimiento puberal. Este es un aspecto importante del crecimiento y desarrollo, donde se destacan dos períodos evidentes de gran velocidad de crecimiento que son:

- a) Los dos primeros años de vida
- b) La etapa puberal

Durante la adolescencia, la velocidad de crecimiento se incrementa, alcanzando el pico de crecimiento para después descender. En el pico de incremento de la velocidad, el promedio de la velocidad de crecimiento se acerca bastante al doble de la del crecimiento puberal tardío. Este incremento de la velocidad es comúnmente conocido como estirón de la pubertad y parece que influye en el crecimiento facial.

Es la estimación del crecimiento puberal, para valorar, por ejemplo, si un período determinado del crecimiento ha sido alcanzado o no, la evaluación del desarrollo esquelético de la mano y muñeca y el desarrollo puberal pueden proporcionar valiosa información, especialmente para identificar a los pacientes ortodóncicos que están cerca del PVE o después de ésta.

Los indicadores de madurez disponibles tiene un valor limitado para la predicción del crecimiento puberal, ya que aquellos indicadores que están estrechamente relacionados con los momentos de crecimiento puberal ocurren casi a la misma vez o posteriormente a éstos.

Edad morfológica. En el recién nacido se destaca principalmente el tamaño desproporcionado de la cabeza, las manos y los pies, en relación con el resto del cuerpo. Un estudio antropométrico de las diferentes partes del cuerpo a distintas edades hasta llegar al estado adulto y un análisis comparativo posterior de la dimensión adulta permiten concluir que algunas partes del cuerpo no crecen a la misma velocidad, que otras crecen con mayor similitud y unas están más cercanas a los niveles de adulto.¹⁶

Edad de maduración dental. Se considera que para establecer la edad dentaria con un margen de confiabilidad es necesario evaluar los estadios de mineralización por lo que ha de pasar el diente y no deberá ser evaluada únicamente por la simple observación clínica de su brote.

Edad cronológica. Es el tiempo en el que un individuo ha vivido, a partir de su nacimiento y se cuenta por años.^{17,18}

Maduración ósea. Es el proceso mediante el cual cada hueso comienza con un centro primario de osificación que crecerá progresivamente a la vez que se remodela, pudiendo adquirir una o más epífisis y, finalmente, adquirirá la forma adulta con la fusión de la epífisis al cuerpo del hueso. La maduración ósea o edad ósea traduce un fenómeno eminentemente cualitativo como es la transformación de tejido cartilaginoso en hueso, por lo que precisa una conceptualización clara que defina el sistema de medida y que ésta sea de aceptación internacional²⁰

La secuencia para cada hueso es la misma en cuanto a los eventos que en él ocurrirán, teniendo lugar independientemente el grado de retraso o adelanto con respecto a la edad cronológica. Por lo tanto cualquier parte del cuerpo puede ser empleado para la valoración de la "edad ósea" pero, en la práctica, los huesos del cuerpo son los más utilizados especialmente después del primer año de vida,¹⁷ donde presentan cambios los cuales pueden apreciarse con facilidad mediante los rayos x, que distinguen el área osificada, cuyo contenido en calcio la hace opaca a los rayos y las áreas de cartílago, donde la osificación aún no se ha iniciado. La

serie de etapas por las que pasan los diversos centros óseos y epífisis es constante en cada persona, y la madurez del esqueleto o edad ósea se juzga teniendo en cuenta el número de centros presentes y el grado de desarrollo de cada uno, debido a que en el carpo abundan huesos y epífisis en desarrollo.

Por evaluación de la maduración ósea entendemos la apreciación del grado de maduración del esqueleto (indicador de maduración) con la ayuda de radiografías que, según la edad del niño, muestran:

- a) La aparición de los centros de osificación primarios o secundarios
- b) Las modificaciones de forma y dimensión
- c) Las soldaduras diafiso-epifisarias.

Indicador de madurez. Por otra parte debemos considerar que un indicador de maduración o determinadores de madurez como también han sido llamados, se define como el conjunto de características de los huesos hacia la madurez, donde los indicadores iniciales y los terminales son los menos discutidos ya que es en ellos donde la variabilidad genética influye menos.

Las transformaciones óseas, a nivel de los huesos cortos y de los epífisis de los huesos largos se caracterizan por comenzar prácticamente en la vida posnatal. Esta osteogénesis es inicial en el sentido de que sólo las primeras moléculas conteniendo calcio pararán o desviarán ligeramente los rayos X; por esta razón todos los indicadores iniciales de cada uno de los huesos y epífisis resultan fantasmagóricos, deshilachados.

La osteogénesis secundaria continuará generalmente hasta la pubertad, haciendo intervenir a veces movimientos de eflorescencia de una serie de indicadores comunes a ciertos grupos de huesos o epífisis. La osteogénesis terminal invade los cartílagos de conjugación, destruye la línea fisaria y provoca la fusión diáfiso-epifisaria, que se correlaciona con la detención del crecimiento en longitud.

Dejando aparte el cráneo y la cara, cuyas radiografías son de utilidad para la determinación de la edad dental y los tratamientos ortodóncicos y a la columna vertebral, cuyo análisis secuencial complemento de la maduración no se ha hecho hasta la actualidad, son todas las articulaciones restantes de los miembros las que han utilizado para evaluar la maduración ósea. Los diferentes métodos existentes pueden ser clasificados de la forma siguiente:

- a) *Métricos*: No son muy utilizados, pero no es raro que ciertos autores aconsejen, si no las medidas, si al menos las relaciones dimensionales mejores, este sistema es realmente complicados.
- b) *Cuantitativos*: Dependen de la experiencia personal del observador y no son aconsejables, ya que es necesario radiografiar todas las articulaciones de al menos la mitad del esqueleto y contar los centros osificados, añadir el número de epífisis fusionadas. Por ello es inadecuado durante la infancia e inútilmente oneroso y peligroso por exceso de radiación.
- c) *Descriptivos*: Basados en obras de referencia visual, es decir un atlas, donde se hacen comparaciones refinadas para cada articulación, como la del pie, rodilla, codo y por supuesto para muñeca y mano.
- d) *Numéricos*: No pueden utilizarse en período puberal, son métodos muy elaborados y difícil interpretación, presentan defectos notables.¹¹

Existen básicamente dos tipos de osificación que tiene lugar durante la maduración esquelética, los cuales son:

a) Intramembranosa

b) Endocondral

En la osificación intramembranosa el hueso desarrolla una membrana sin que exista un molde cartilaginoso que preceda la aparición del tejido óseo; la membrana formada de tejido conectivo ocupa el lugar del futuro hueso formando el periostio.

En cambio en la formación del hueso endocondral, la masa es completamente cartilaginosa justo antes de que empiece la osificación.

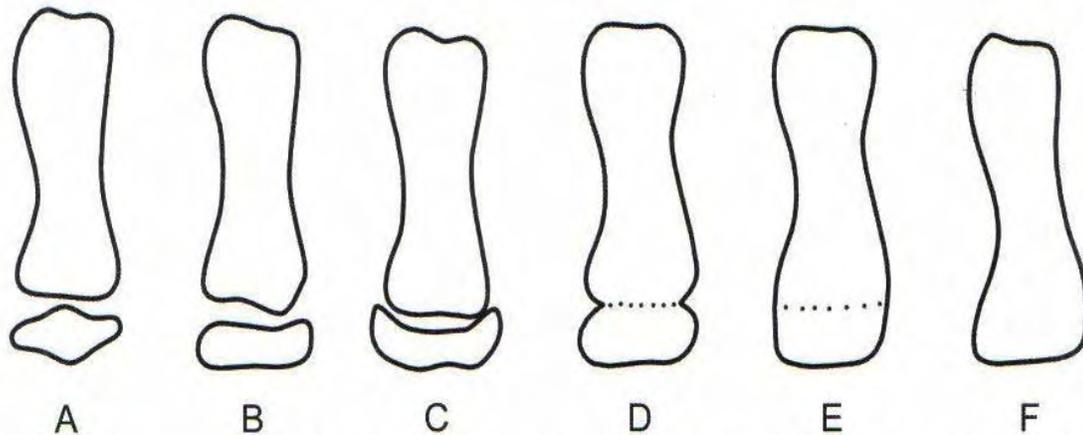
En un hueso largo, por ejemplo, este proceso empieza en el centro y después se extiende hacia los extremos, los cuales por algún tiempo permanecen siendo cartílagos, después comienza un proceso similar en uno o más lugares en los extremos y gradualmente se extiende a todo lo largo de éstas, los extremos no se unen al cuerpo del hueso mediante tejido óseo hasta que ha terminado el crecimiento.

Entre el cuerpo y cualquiera de los extremos permanece una capa de tejido cartilaginoso conocido como “placa epifisaria” durante un período determinado, esta osificación en particular centra el desarrollo, maduración y la fusión de acuerdo a una secuencia de tiempo que parte desde la concepción, nacimiento, hasta llegar a la madurez sexual.

Estadios epifisarios. Se denomina estadio epifisario el grado de osificación del cartílago de crecimiento, localizado entre la epífisis y la diáfisis y por tanto, la manera por la que la epífisis inicia y aumenta su osificación hasta que se una a la

diáfisis en los huesos largos. Estos estadios epifisarios ocurren primero en las falanges distales, después en las proximales y por último, en las falanges medias. También la secuencia de ocurrencia de estos fenómenos epifisarios en los dedos aparece primero en el pulgar y va en dirección al meñique (1 al 5).

Radiográficamente, en huesos muy jóvenes, las epífisis no son visualizadas. Enseguida, aparece un pequeño punto de osificación que va aumentando en lateralidad hasta llegar a la misma anchura que la diáfisis. A partir de ahí, la epífisis comienza a emitir una prolongación lateral (cubrimiento), después la porción central del cartílago va siendo sustituida por la fusión ósea (unión inicial) y finalmente se observa una fusión total, visulizándose solamente una línea de unión (unión total).²¹



Estadios epifisarios. **A.** Epífisis menor que la diáfisis (forma de disco). **B.** Epífisis = Diáfisis (misma anchura). **C.** Cubrimiento epifisario, en forma de capuchón (cap). **D.** Inicio de la unión epifisaria. **E.** Unión total epifisaria. **F.** Senilidad (sin línea de unión).

Fuente: Vellini⁵

La secuencia de los eventos en cada hueso es esencialmente la misma en todas las personas sin importar si el hueso está avanzado o retrasado en relación con la edad cronológica.^{22,23}

Se sabe que se ha llegado a la etapa final de la maduración esquelética al observar la fusión de las epífisis con el extremo de las diáfisis, los cuales son conocidos como “Indicadores de maduración”. Estos indicadores son aspectos radiográficamente visibles, que ayudan a la determinación de los niveles de maduración de los huesos y constituyen las bases para la determinación de la edad esquelética.^{8,24}

Se debe señalar que la edad esquelética no es por sí misma una medida de la madurez esquelética, sino más bien permite llegar a un nivel de maduración que se le asigna a una radiografía con respecto a los estándares de la película y a la edad cronológica.²⁵

Por lo anterior el estudio de la maduración ósea es tal vez el método más seguro y fiable para evaluar la edad biológica de los individuos^{26,27}. Según Todd, el problema reside en saber cómo se puede medir cada grado de la metamorfosis del esqueleto cartilaginoso y membranoso del feto hasta convertirse en el totalmente osificado del adulto. Los resultados obtenidos del análisis de esos cambios pueden constituir un conjunto de datos prácticos que sirvan de guía o puntos de referencia para conocer en un momento determinado el desarrollo alcanzado por un individuo²⁸

Todd, en 1937, uno de los investigadores más distinguidos en el campo del desarrollo físico escribió en ese mismo año el “Atlas of Skeletal maturation” fue el primer autor que mencionó el término “determinadores de la madurez”, al referirse a los cambios graduales que experimenta la placa de crecimiento del cartílago durante el proceso de fusión de la epífisis con la diáfisis y que pueden determinarse estudiando placas radiográficas. Así entendido los “determinadores de la madurez” serían modificaciones sucesivas en la densidad, y forma del contorno de los huesos cortos y largos, antes y durante el período de osificación¹⁵

También menciona que en la mujer transcurren por término medio unos 19 a 20 años desde el momento de la concepción a aquél en el que el proceso este terminado, en el varón se requieren unos tres años más.

Estos 20 años fueron divididos en tres fases que son:

- La primera fase es la osificación de las diáfisis de los huesos largos y cortos, casi completa en el útero.
- La segunda fase: inicia inmediatamente antes del nacimiento consistiendo en la osteogénesis en las epífisis de estos huesos. Estas fases se completan hasta la pubertad o más tarde, coincidiendo con la siguiente fase.
- La tercera fase consiste en la invasión de las placas de cartílago de crecimiento que conducen a su destrucción funcional y la función ósea de la epífisis y de la diáfisis.

La osificación de los huesos del carpo y su correlación con la edad cronológica de los individuos, como lo demostró Todd mediante el examen radiográfico de la muñeca puede proporcionar de manera fiable la edad de maduración esquelética de nuestros pacientes por medio de un atlas de los huesos del carpo para niñas y niños, pues con frecuencia, la edad cronológica está avanzada o retrasada, cuando se le compara con aquella, sobre todo en los casos de trastornos de las glándulas de secreción interna (enanismo hipofisiario, hipotiroidismo, hiperandrogenismo, entre otros), además se pueden detectar algunas alteraciones sistémicas de origen metabólico o diferencia nutricional.²⁹

También se puede indicar ante la disyunción de la sutura palatina, en indicaciones de cambio de la oclusión, como tratamiento de la progenie, clase II esquelética o mordida abierta esquelética, pacientes con gran discrepancia entre la edad dental y la cronológica, o en casos de tratamiento por cirugía ortognática, si la intervención quirúrgica se realiza entre los 16 y 20 años de edad.

También nos permite conocer de manera precisa el estado de crecimiento facial por el que atraviesa nuestro paciente. De tal manera que podemos:

1. Conocer si ya se inició o no, el brote de crecimiento puberal para iniciar cuanto antes el tratamiento ortopédico u ortodoncico.
2. Si ya se inició, en qué estadío de la curva se encuentra y cuánto le falta
3. Para averiguar si ya cesó el crecimiento puberal de nuestros pacientes, sobre todo en los casos de tratamientos con cirugía ortognática.

La maduración esquelética es una parte integral del patrón individual del crecimiento y desarrollo y la radiografía de mano ha sido utilizada para el estudio de maduración esquelética ya que los cambios óseos vistos en la mano son indicadores de cambios esqueléticos en otras partes del cuerpo.^{10,16}

El concepto de edad esquelética en la radiografía de mano ha sido desarrollado de manera que puede ser comparado con las edades cronológicas³⁰ también es importante considerar a la edad, ya que en general se puede decir que el progreso que presenta un individuo durante su vida se puede medir mediante su edad; cuando se habla de edad con frecuencia pensamos en la edad cronológica, pero existen varias edades:

- Edad cronológica
- Edad biológica
- Edad emocional
- Edad intelectual

Las edades que nos conciernen en nuestro campo, son la edad cronológica y la edad biológica. Se define como edad cronológica la fecha de nacimiento o la edad de calendario de un individuo, y a la edad biológica como el registro del progreso del individuo hacia la madurez; ésta es una edad variable y tiene diversas categorías:

- Edad morfológica
- Edad esquelética
- Edad dental
- Edad circumpuberal

Según estudios efectuados sobre maduración esquelética se han encontrado indicadores de uno o más niveles de crecimiento que van desde el adolescente hasta el final de la etapa del pico del crecimiento^{31,32,33}. Una observación frecuente ha sido que el máximo nivel de crecimiento en la cara durante la pubertad ocurre un poco después de la etapa del pico de crecimiento, variaciones en el tiempo y en la velocidad del crecimiento tanto facial como de estatura se encuentran relacionados a las variaciones en el nivel de maduración esquelética.^{34,35}

La edad ósea representa un indicador del desarrollo físico y esquelético, por lo que se han obtenido estándares a partir de radiografías para determinar el orden, la proporción, tiempo de aparición y osificación progresiva de varios centros de maduración esquelética como son algunos huesos y articulaciones tales como de mano y muñeca, desarrollo dental, rodilla, codo, pie, cadera, hombro y vértebras.³⁶

Es evidente que en el niño adolescente hay una aceleración en el crecimiento de la cara y maxilares, que siguen de cerca la misma escala de maduración y crecimiento esquelético general representado por la altura del cuerpo.^{37,38}

Los huesos del carpo y los extremos distales del cubito y del radio, son útiles para valorar la edad ósea y muestran además buena relación con el crecimiento de la cara. Algunos centros de crecimiento que se pueden apreciar en la radiografía de la mano parecen tener mayor significado que otros; así encontramos reportes en

la literatura, de que la falta del hueso sesamoideo, a la edad promedio de la pubertad en las mujeres, está relacionado con retraso en su desarrollo puberal.³⁹

En 1896 Rolan introduce la idea de usar la comparación medida y forma de radiografías de los huesos como indicadores del tipo de crecimiento y maduración. Franz Boas fue el primero en introducir el concepto de madurez fisiológica. Por su parte Nancy Bayley fue la primera en documentar con bases firme, la predicción de la altura corporal basándose en radiografías carpales en 1952.¹⁸

En 1936 Flory manifiesta que el principio de la calcificación del sesamoideo carpal es una buena referencia para determinar el período anterior a la puebertad, así como Bjork en 1972 utiliza al sesamoideo como indicador del crecimiento⁴⁰, en tanto que Krogman atribuye mayor variabilidad a este centro⁴¹. Otros autores, en cambio, están de acuerdo con el primero, de que la aparición del hueso sesamoideo es una buena clave para detectar el inicio del desarrollo puberal.^{31,42}

J.W. Pryor, anatomista de State College of Kentucky quien después de varios años de estudio se percató de la importancia biológica de la variable densidad que distinguía en las radiografías de la mano infantiles. En 1904 estableció 3 principios.

- Los huesos de la mujer se osifican antes que los del hombre, la diferencia es valorada primero en días, luego en meses y finalmente en años.
- Independientemente de las variaciones (de normalidad) la osificación es simétrica.
- La variación en la osificación de los huesos es un rasgo hereditario

En 1962 Tanner y colaboradores publicaron un nuevo método para determinar el grado de madurez esquelética.^{8,12}

Grave y Brown en 1976 citados por Graber, y a su vez citado por Izaguirre⁴³ han demostrado que el estado de desarrollo de los niños se aprecia mejor en las

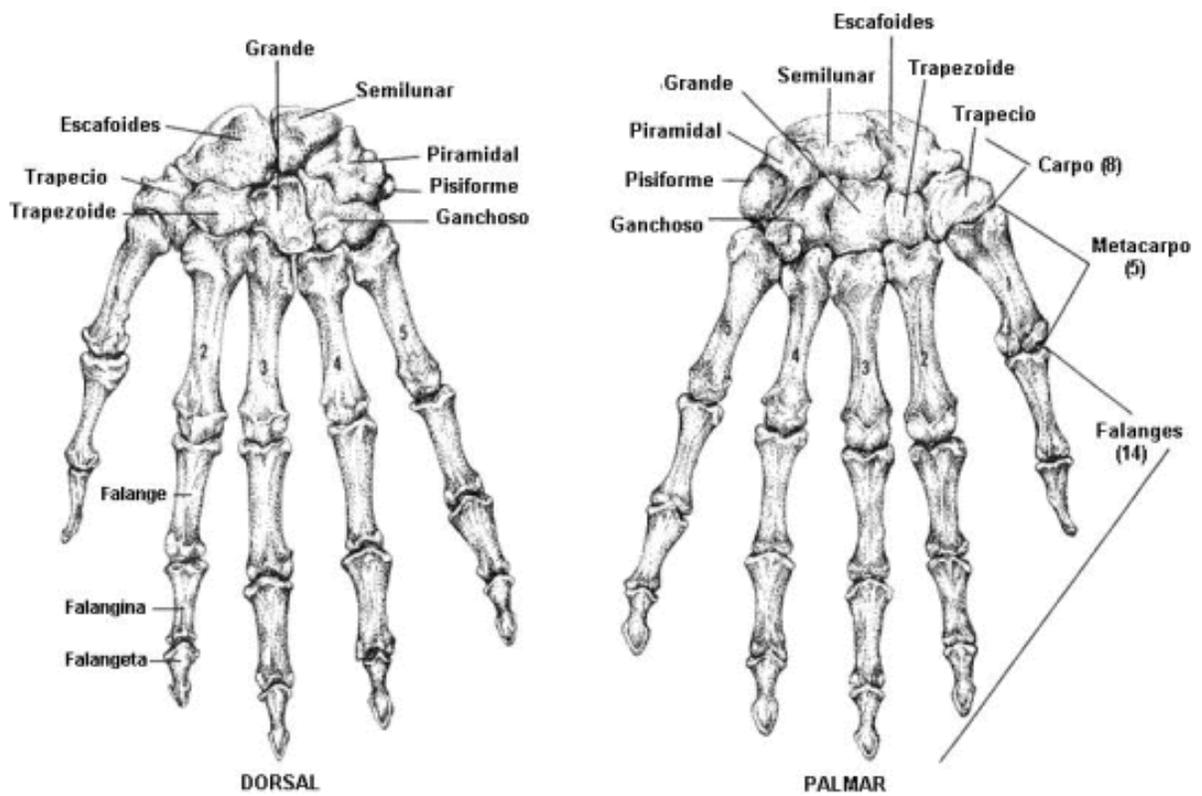
diferentes etapas de maduración de los huesos del carpo, que por la presencia de los eventos naturales cronológicos del crecimiento. En su estudio ambos autores utilizan los huesos pisiforme, apófisis unciforme y sesamoideo, para valorar las relaciones entre el tiempo de maduración, crecimiento en altura del cuerpo y crecimiento máximo de la cara durante el periodo próximo a la pubertad. En la actualidad la mayoría de los autores coincide y expresa que aproximadamente un año después de la aparición del sesamoideo carpal, la osificación del hueso pisiforme y apófisis unciforme del hueso ganchoso se da el pico de crecimiento puberal.

Es importante señalar que en las mujeres, el máximo puberal coincide con la menarquia o aparición de la menstruación, que puede presentarse entre los diez y catorce años, aunque pueden haber excepciones y presentarse desde los nueve años o tardíamente a los dieciséis. En los varones en cambio, el máximo puberal se alcanza entre los trece y los quince años; por lo que después de estas edades, el estudio de las radiografías de muñeca dejan de tener utilidad y ya no debemos solicitarlas como estudios complementarios del diagnóstico, a menos que como ya se ha mencionado, se trate de un caso quirúrgico (clases II y III severas).⁴⁴

Para comprender el manejo e interpretación de la radiografía carpal como un auxiliar de diagnóstico es necesario conocer la anatomía de la mano y de la muñeca y los niveles epifisarios.

La razón por la cual se realiza este estudio de los huesos de la mano es que estos huesos se clasifican en distintas edades del individuo, permitiendo establecer fases o etapas de crecimiento o “maduración esquelética”, es por ello que es importante conocer la anatomía de la mano.

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



Fuente: Quiroz F.G.⁴⁵

www.fhuce.edu.uy/antrop/cursos/abiol/practicos/extremimg/mano.htm⁴⁶

La muñeca está compuesta de dos huesos largos, el radio y el cúbito, cada uno con sus epífisis distales. Por otra parte 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. El carpo está constituido por ocho huesos dispuesto en dos filas. La fila superior o proximal está compuesta por cuatro huesos que son de fuera hacia dentro escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme. La otra fila está formada por los huesos: trapecio, trapezoide, hueso grande o capitatum y hueso ganchoso o hamatum. Todos esos huesos están formados por una masa central de tejido esponjoso recubierto por una delgada capa de tejido compacto y presentan formas cuboides.



Fuente: www.odontología-online.com

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 (M1, M2, M3, M4, M5). Junto a la parte interna y distal del metacarpo 1 se encuentran el hueso sesamoideo medial (aductor sesamoideo), siendo el flexor sesamoideo de difícil visualización.

Dedos. Son en número de cinco, teniendo cada uno 3 falanges con sus epífisis proximales:

- Falange proximal
- Falange media
- Falange distal

El dedo pulgar es el único que tiene solamente dos falanges: falange proximal y falange distal. Los dedos mantienen la misma numeración del metacarpo.²¹



Fuente: www.odontología-online.com

Técnica radiográfica de la proyección postero-anterior de la rutina de la mano

- Los dedos deben estar ligeramente separados y completamente extendidos y guardarán buen contacto con la placa
- El rayo central debe pasar a través de la articulación metacarpofalángica del dedo mayor.

Se pondrá mayor cuidado en lograr una vista clara, sobre todo de los copetes terminales de las falanges distales así como de las diáfisis de las falanges, puesto que muchos procesos patológicos de tipo sistémico pueden producir en estas estructuras alteraciones diminutas y muy importantes. Si la sospecha recae sobre un solo dedo, se emplea una técnica de exposición más clara y es usual tomar del dedo cuatro vistas de todas las perspectivas.

Existen diversos métodos para determinar la edad ósea, basados en radiografías de diferentes regiones anatómicas donde existan articulaciones de huesos largos, como la articulación del fémur con el hueso iliaco, la articulación del codo y la de los hueso de la mano. Este último como ya ha sido mencionado es el más empleado porque se aprecia con mayor claridad el avance en la maduración ósea. Diversos autores han propuesto algunos métodos para calificar el grado de maduración ósea que puede presentar un paciente en un momento determinado.

A continuación se mencionan algunos de estos métodos:

Método de Todd

En 1937 T. Wingate Todd presenta el primer Atlas de mano y muñeca para el análisis del grado de maduración esquelética.

Método de Tanner y Whitehouse

Cada hueso de la mano y de la muñeca se clasifica en 8-9 estadios a los que se asigna una puntuación. El total de la puntuación representa una cifra bastante precisa. Tiene el inconveniente de haber sido creado para una población inglesa y escocesa de clase media en los años 50 y 60.

En la utilización del método de Tanner & Whitehouse 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.

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; mayor, ganchosos, piramidal, semilunar, escafoides, trapecio, trapecoide. Destacamos que el pisiforme queda sin evaluar.

Todos los huesos se evalúan en una escala de la 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 todos los estadios de un determinado hueso están distribuidos en una página doble y a la derecha los criterios descritos para cada estadio, que deben analizarse cuidadosamente. El examinador debe atribuir un determinado punto, cuando, al examinar el esquema y compararlo con la radiografía, ver que todas las modificaciones descritas para el hueso coinciden.

El único equipo que se requiere para la lectura de las películas, 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".

En todas las ilustraciones 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.

Método de Hagg y Taranger

En 1980 Hag y Taranger crearon un análisis para correlacionar los indicadores de madurez con el impulso del crecimiento puberal

Método de Fishman

Desarrolló un sistema de valoración de la maduración esquelética, basado en indicadores de esa maduración, mostrados en las radiografías de mano y muñeca, para la evaluación del impulso del crecimiento puberal. Dicha secuencia de eventos provee de un acercamiento metodológico para identificar estadios específicos de maduración que cubren el período de la adolescencia y demuestra que las aceleraciones y retardos en el rango de crecimiento craneo-facial se asocian con las alteraciones concomitantes en el avance de desarrollo de la maduración y utiliza 11 diferentes estadios del desarrollo esquelético basándose en 6 partes anatómicas de la mano.^{29,47}

Método de Howard

Es uno de los más recientes atlas de maduración esquelética, donde describe las extraordinarias tasas de maduración esquelética en la práctica ortodóntica por medio de la medición de la talla.

Método de Bjork

En 1972 presenta su método que divide el proceso de maduración de los huesos de la mano en 8 estadios evolutivos entre los 9 y 17 años de vida²⁷

En la actualidad para la valoración de la maduración ósea se han consolidado dos métodos bien definidos: el método comparativo del Atlas de Greulich y Pyle y los métodos de Grave y Brown²¹ utilizando una radiografía de la mano y de la muñeca izquierda en proyección postero – anterior y se calcula por medio de las epífisis distales del cubito y el radio, centros madurativos del carpo y las epífisis metacarpo – falángicas.

Método comparativo del atlas de Greulich y Pyle

En los años 30 y como estándar de referencia, se publicó el Atlas de Greulich y Pyle. En dicho estudio se recopilan radiografías de la muñeca y mano izquierda de un segmento de la población de entre 10 y 19 años, descendientes de los inmigrantes europeos a Estados Unidos, toda ella de raza blanca, nacida en EE. UU y procedentes de familias adineradas, centrándose en el estudio de los nudos de osificación y la persistencia o no de cartílagos de crecimiento en los huesos largos, siendo su objetivo primordial no la determinación precisa de la edad civil, sino desentrañar patologías como retrasos en el crecimiento del niño o adolescente.⁴⁸

Para estimar la edad ósea de una persona se necesita una serie de estándares de referencia para hombres y mujeres, que mediante comparaciones sucesivas permitan aproximar la edad del examinado al estándar más próximo ya que la coincidencia perfecta entre todos los signos de la radiografía y de estándar no es probable, debido a variaciones óseas individuales. La maduración ósea es importante elemento de valoración del desarrollo físico que en condiciones normales guarda armonía con el resto de los parámetros (peso, talla, caracteres sexuales) Debe estudiarse ante retraso de talla, utilizándose fundamentalmente la radiografía de la mano izquierda.

El sistema de Greulich & Pyle utiliza la comparación entre la radiografía del carpo del niño en estudio y 58 placas radiográficas contenidas en el Atlas, con patrones separados para cada sexo. Los patrones radiográficos de este método

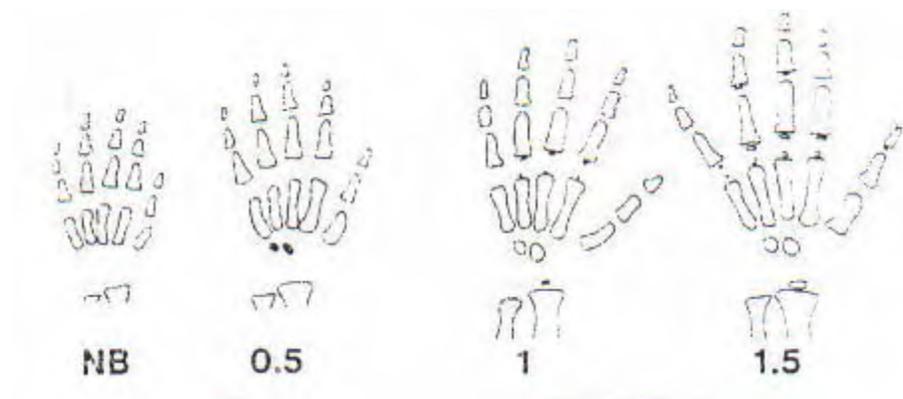
pertenecen a niños norteamericanos de nivel socioeconómico medio-alto. La radiografía del niño se compara con las del atlas, según el sexo y se le adjudica una edad ósea igual a la del estándar que más semejanza tiene con ella y si está entre dos tipos, se le dará una edad ósea intermedia.

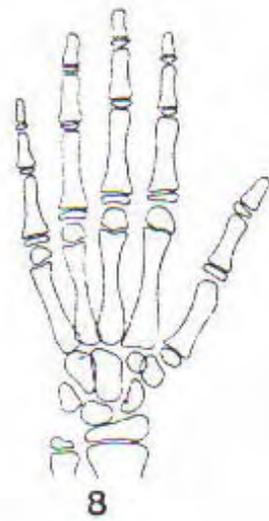
El atlas presenta patrones radiográficos con intervalos de 3 meses de edad en los primeros 18 meses, a partir de estos hasta los 5 años, los intervalos son cada 6 meses, desde los 5 años en adelante los intervalos son anuales, con excepción de algunos intervalos semestrales en la pubertad. Abarca hasta la edad de 18 años para el sexo femenino y 19 años para el sexo masculino.

El Atlas Greulich & Pyle 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.⁴⁹

Método de Greulich y Pyle

- Esquema para el sexo femenino



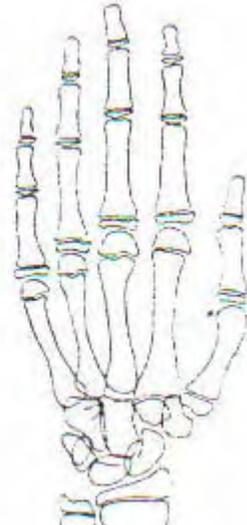




9



10



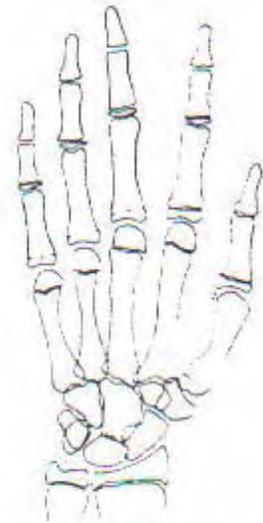
11



12



13



13.5

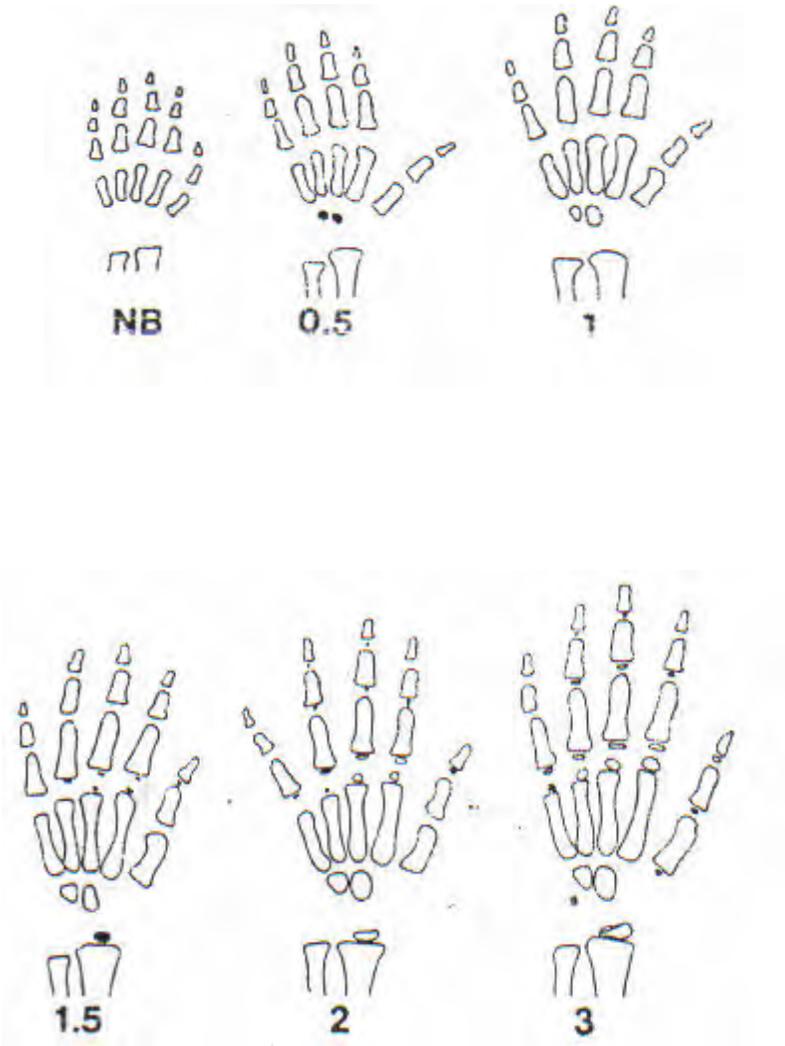


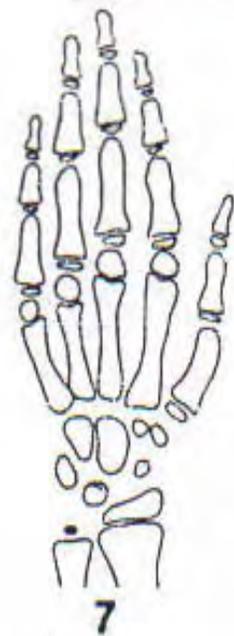
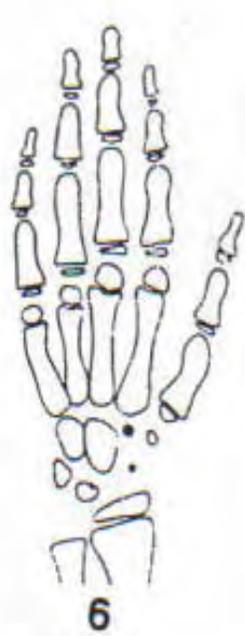
14

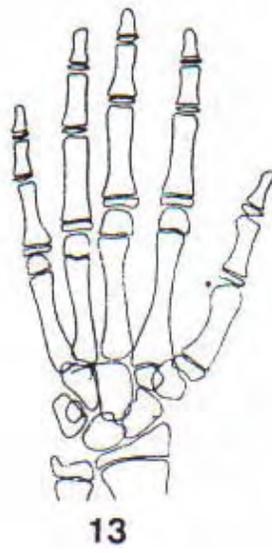
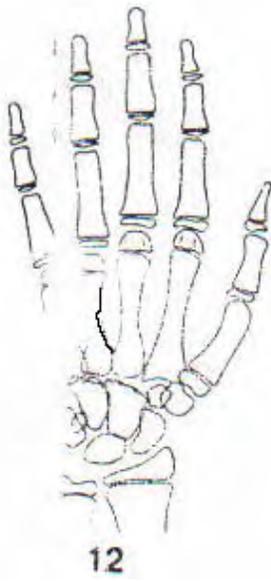


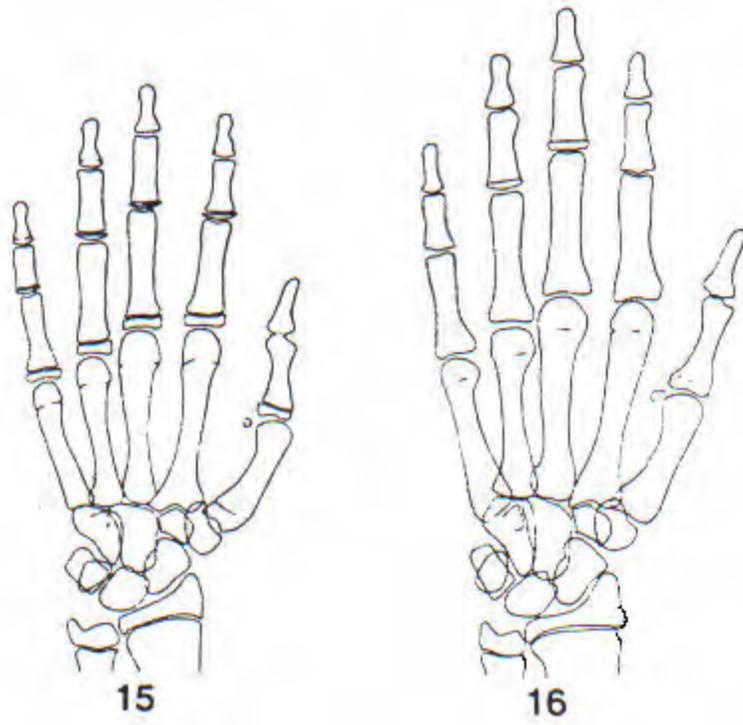
15

- Esquema para el sexo masculino









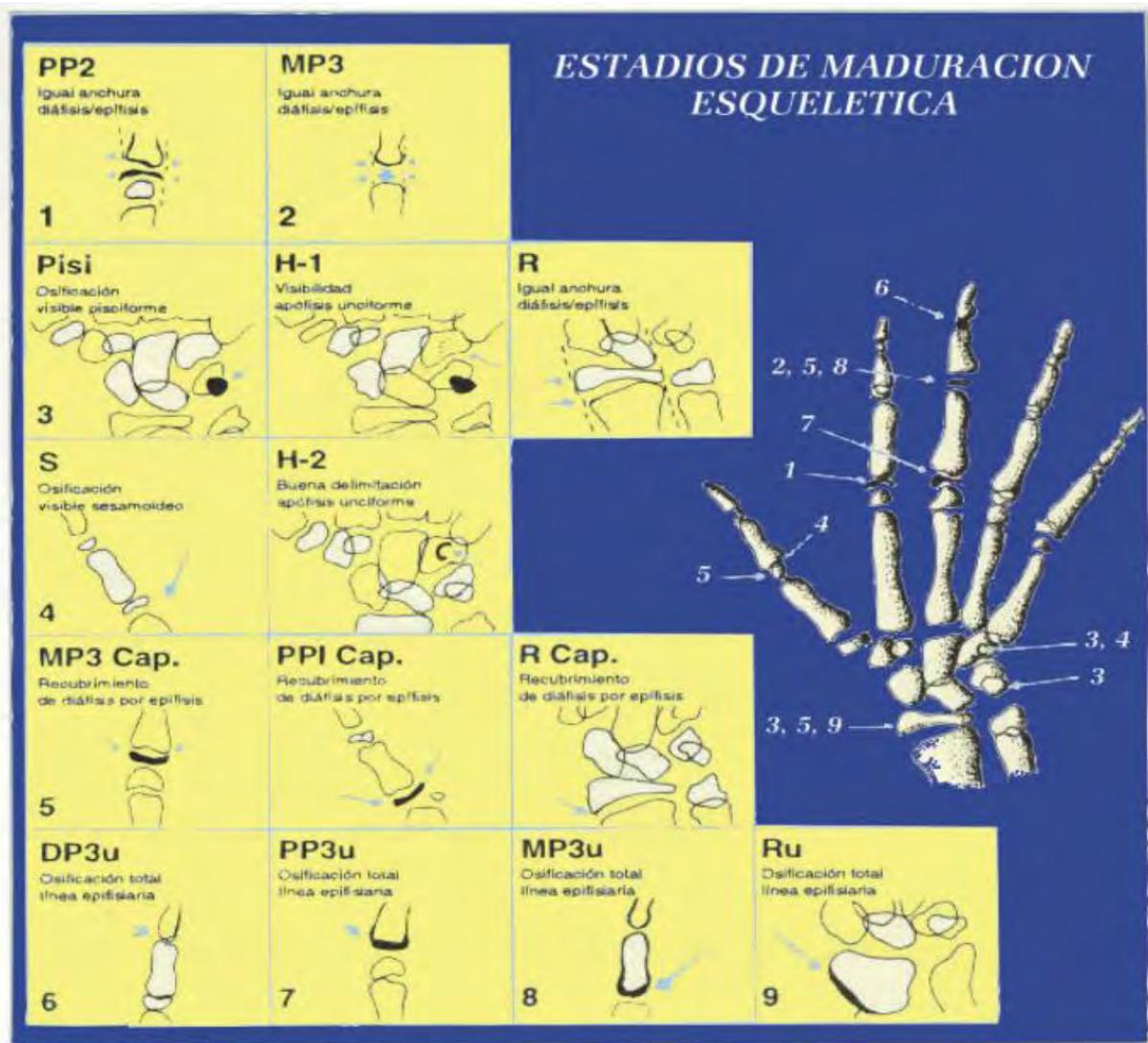
Fuente: Atlas de Greulich y Pyle⁴⁹

Método de Grave y Brown

En 1976, modifican el método de Bjork incluyendo seis características de osificación adicionales, con las cuales se pueden obtener de una forma más precisa el brote máximo de crecimiento puberal del adolescente, lo cual es muy importante para el tratamiento ortopédico maxilomandibular.

Tomando en cuenta que los dedos se denominan con las cifras 1 a 5 a partir del pulgar⁴⁷ La radiografía de mano tiene valor en los casos en que aún no se haya presentado el brote prepuberal del crecimiento (estadios 1,2 y 3) o bien, ya estemos entre los estadios 3, 4 y 5 (mínimo prepuberal y máximo puberal), en donde el crecimiento y desarrollo del paciente serán aliados del tratamiento ortodóncico.

En el siguiente cuadro se esquematizan los estadios de maduración de los huesos del carpo, obtenidos de una radiografía de mano. Según Grave y Brown mediante la correcta identificación del estadio en que se encuentra el paciente, se puede correlacionar con la curva de crecimiento ideado por Bjork y aplicarla al diagnóstico y plan de tratamiento.



Fuente: Quiros OJ⁵⁰

Según el análisis de la radiografía de la mano de Bjork, Grave y Brown encontramos los siguientes estadios⁵⁰

Nomenclatura

P.P.2 = Falange proximal del segundo dedo

M.P.3 = Falange mesial del tercer dedo

Pisi = Hueso pisciforme

H = Apófisis unciforme del hueso ganchoso

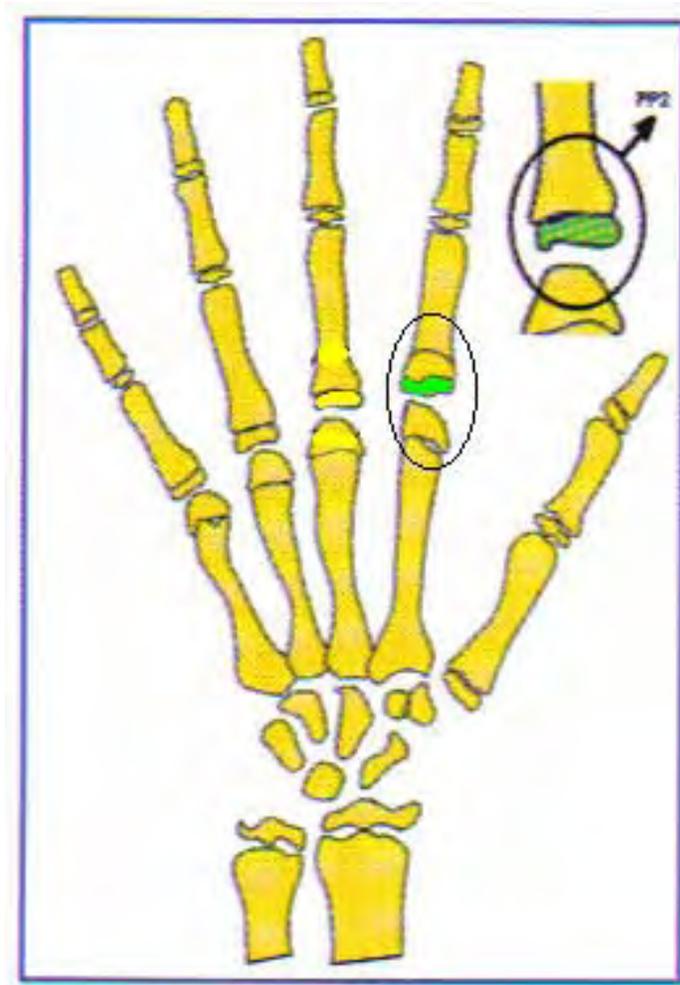
S = Hueso sesamoideo

R = Radio

En cada estadio de maduración encontramos características resaltantes que a su vez están en estrecha relación con la situación hormonal del individuo, lo que determinará la aceleración o desaceleración del crecimiento óseo.

Fase I (Fase de espera)

- Estadio 1
P.P.2 = igual anchura del disco epifisario



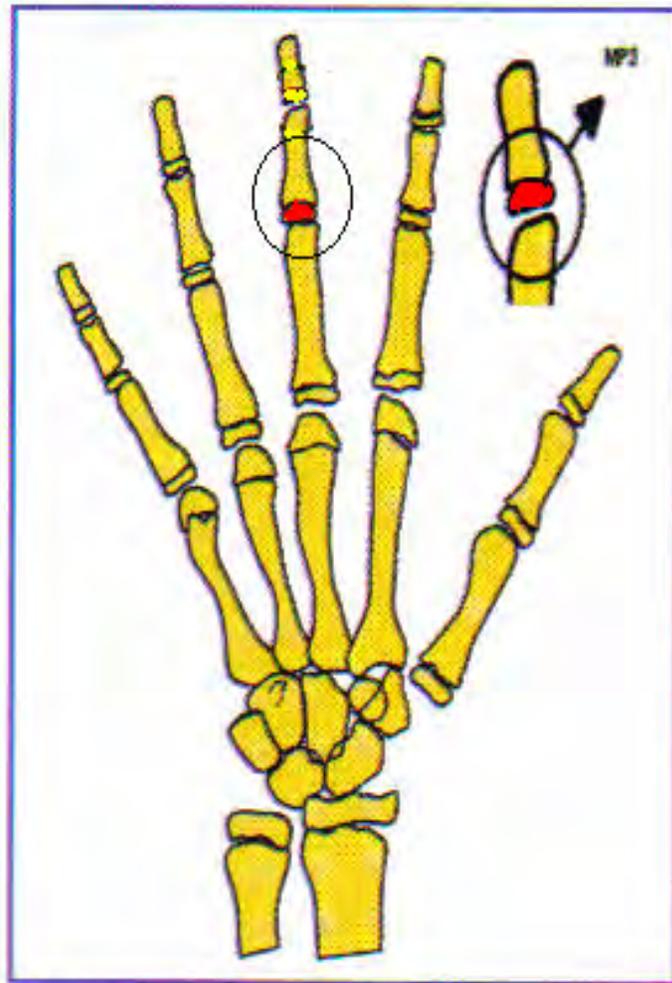
Estadio PP2
Fuente: García AA¹

Este estadio comienza aproximadamente tres años antes del brote de crecimiento puberal. Este estadio pertenece a la fase I de crecimiento. Es decir, a la fase de espera en donde el crecimiento esquelético es, en primer término, escaso o mínimo, la terapia de preferencia es la reeducación neuromuscular.

- Estadio 2

M.P.3 = Igual anchura diáfisis – epífisis (disco epifisiario)

En este estadio nos encontramos que el paciente sigue en la fase 1 de crecimiento, entonces, es mínimo y la terapia recomendada es, pues, igual que en el estadio anterior.



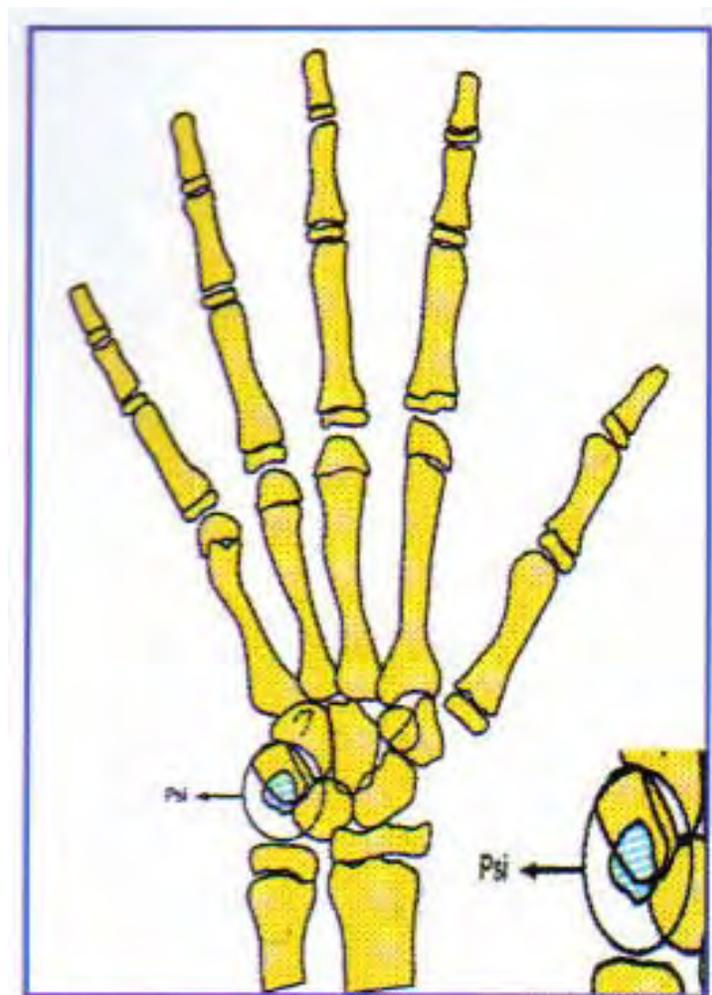
Estadio MP3

Fuente: García AA¹

Fase II (Fase de aceleración)

- Estadio 3

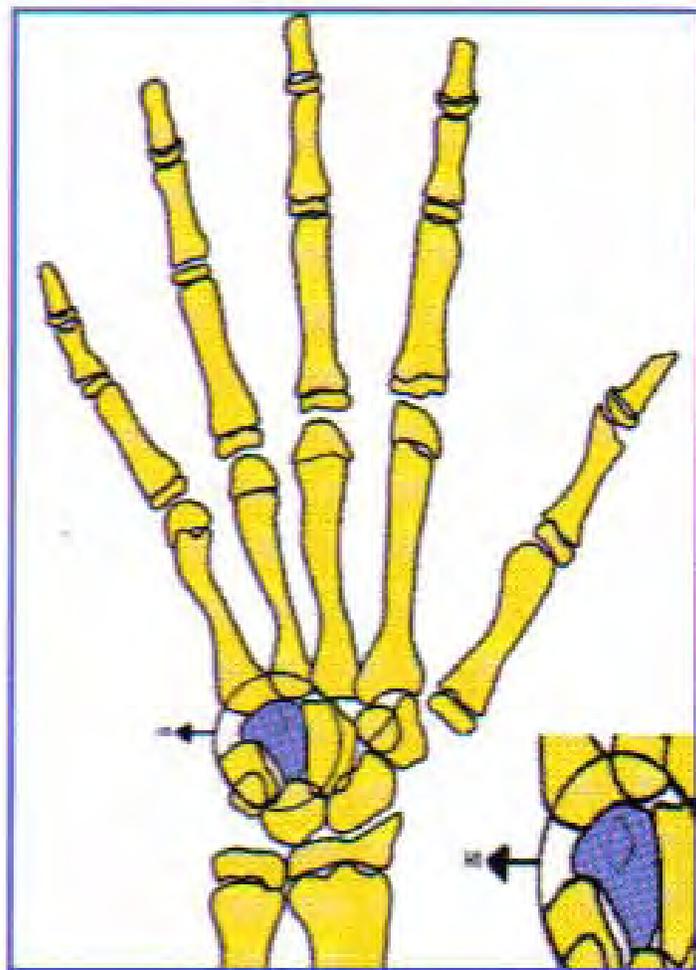
Pisi = osificación visible del hueso pisciforme



Estadio Pisi

Fuente: García AA¹

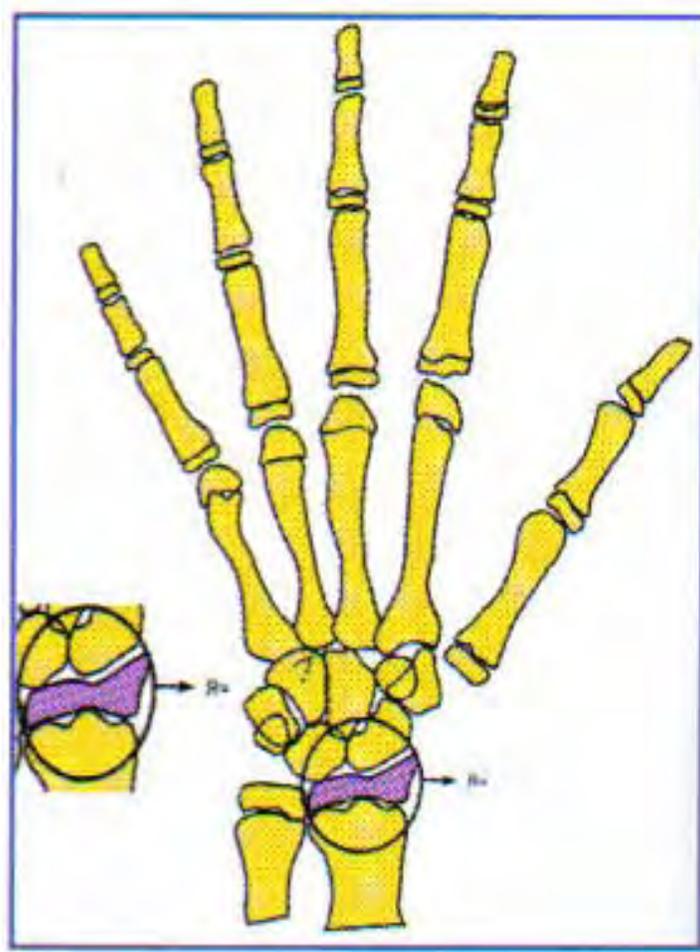
H.1 = Comienza a observarse la delimitación de la apófisis unciforme del hueso gancho



Estadio H1

Fuente: García AA¹

R = Igual anchura del disco epifisiario con la diáfisis radial



Estadio R

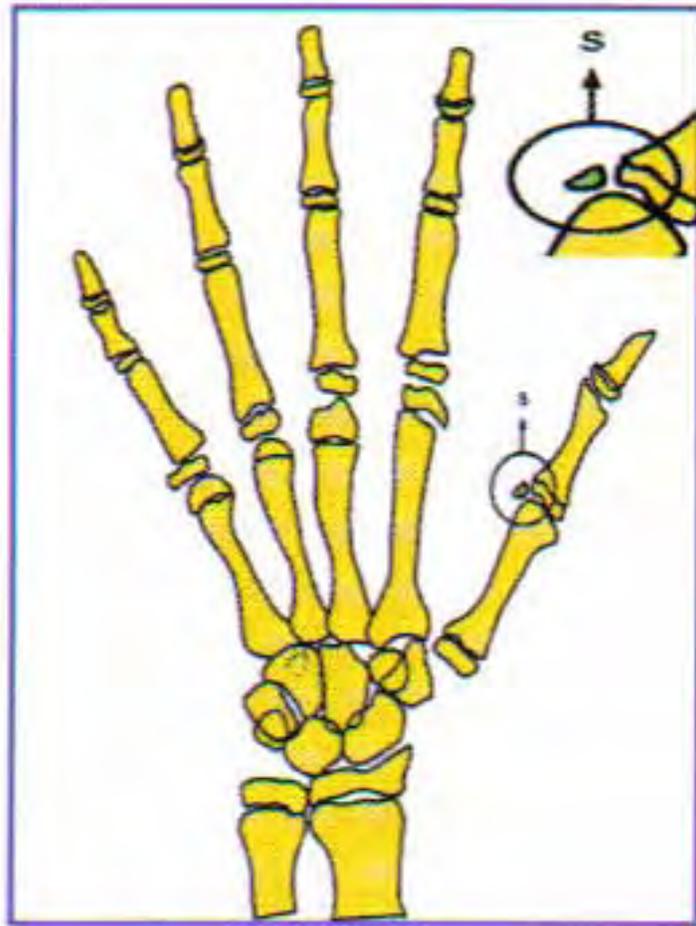
Fuente: García AA¹

Esta fase de desarrollo se valora de acuerdo con tres características de osificación que aparecen de modo secuencial, aunque en un plazo bastante próximo, durante el proceso de maduración ósea.

Este estadio pertenece a la fase 2 de crecimiento o fase de aceleración. Por lo tanto, la terapia recomendada en estos casos es la de practicar ortopedia funcional y/o reeducación neuromuscular, así como ortodoncia preventiva o interceptiva.

- Estadio 4

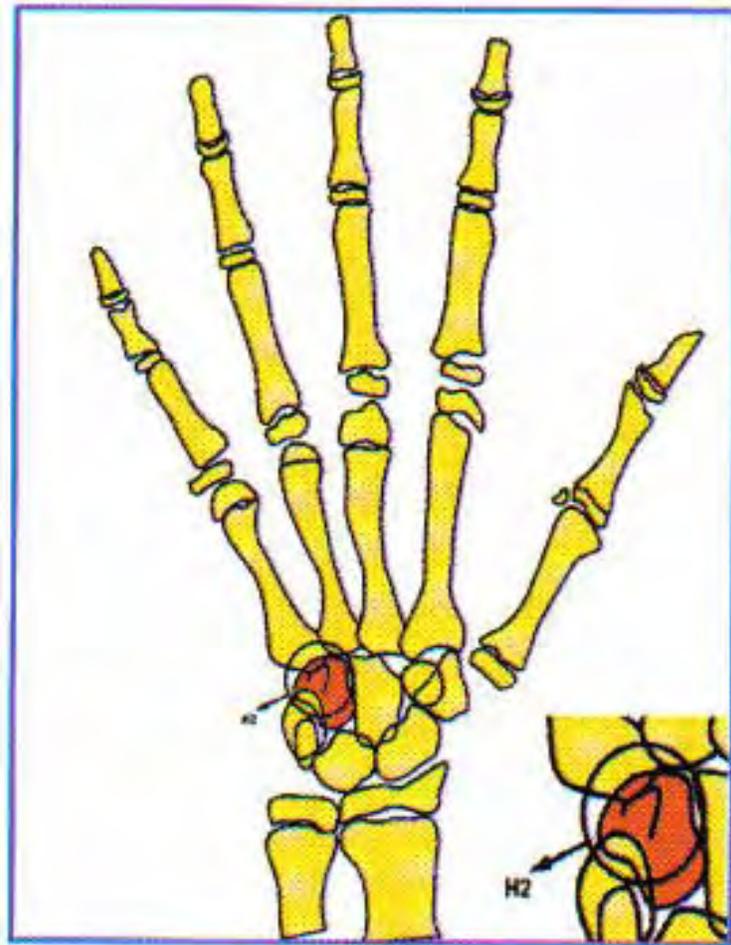
S = Osificación visible o inicio de la mineralización del hueso sesamoideo cubital de la articulación metacarpofalangica del pulgar



Estadio S

Fuente: García AA¹

H-2 = Buena delimitación de la apófisis unciforme del hueso ganchoso



Estadio H2

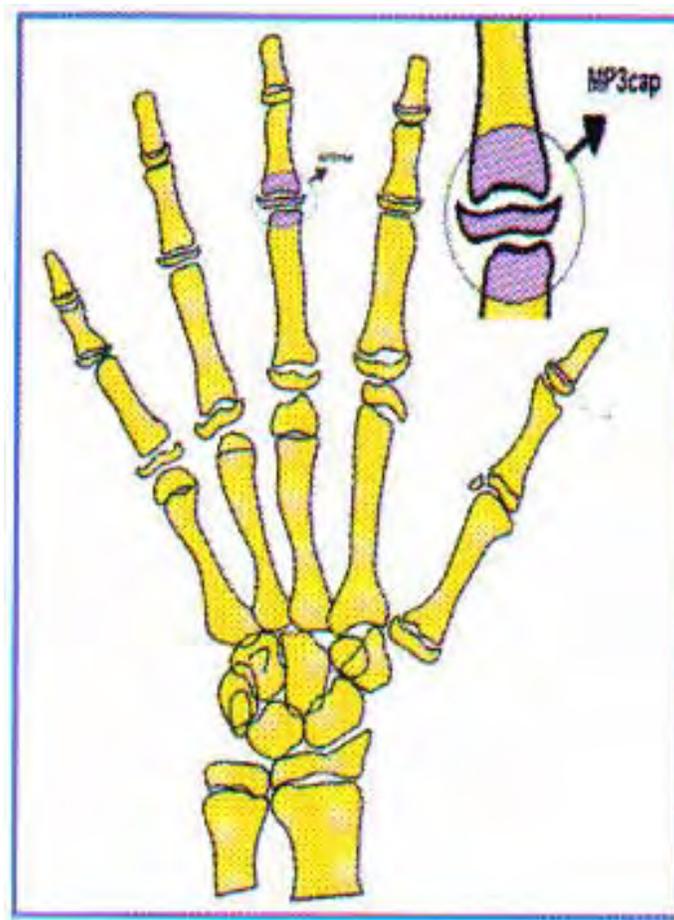
Fuente: García AA¹

Durante este estadio perteneciente a la segunda fase son recomendables terapias o tratamientos que estimulen y redirijan el crecimiento. El cuarto estadio se alcanza poco antes o al inicio del brote de crecimiento puberal. Este estadio pertenece a la segunda fase, se recomiendan terapias o tratamientos que estimulen y redirija el crecimiento óseo (ortopedia funcional)

Fase III. (Fase de crecimiento máximo)

- Estadio 5

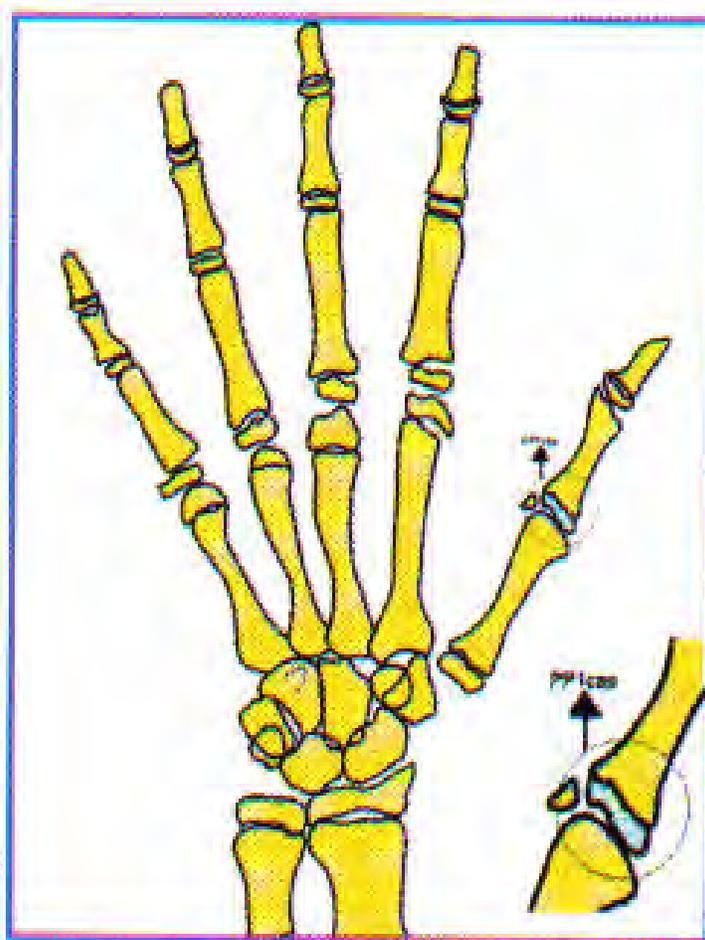
M.P.3_{cap} = Recubrimiento de la diáfisis en forma de capuchón por la epífisis



Estadio MP3_{cap}

Fuente: García AA¹

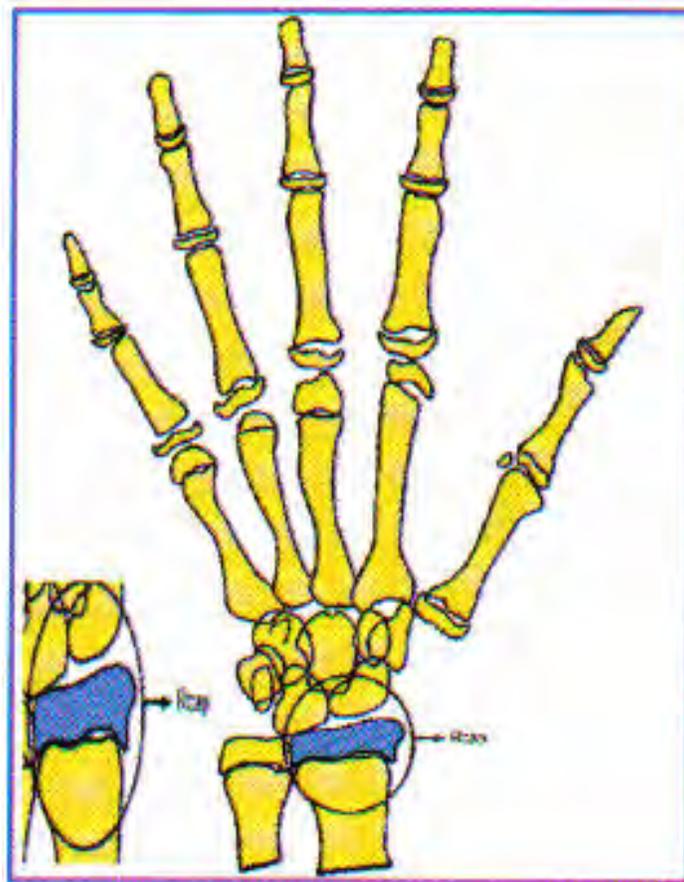
P.P.1_{cap} = Recubrimiento de la diáfisis en forma de capuchón por la epífisis



Estadio PP1_{cap}

Fuente: García AA¹

R_{cap} = Recubrimiento de la diáfisis radial en forma de capuchón por la epífisis



Estadio R_{cap}

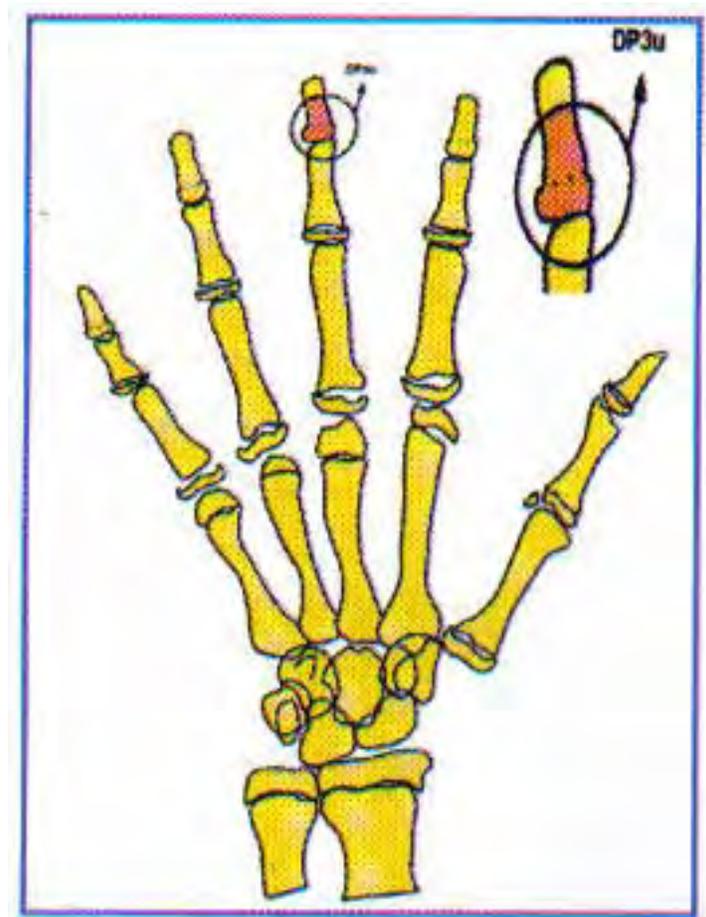
Tasa de crecimiento estatural – maxilar, es mayor en los varones (testosterona). El estadio $MP3_{cap}$ indica que el proceso se desarrolla en la segunda falange del dedo medio en especial por que es un buen indicador de esta etapa de crecimiento, por lo que el clínico deberá tomarla muy en cuenta. En este estudio se presenta ya la fase 3 de crecimiento, por lo que es una época importante para tratamientos, sobre todo de ortopedia funciona

Fase IV. (Fase decreciente)

- Estadio 6

D.P3 μ = Osificación total de la línea epifisaria

Al alcanzar este estadio evolutivo, termina el brote de crecimiento. Este estadio forma parte de la fase 4 de crecimiento esquelético, el cual nos indica una disminución progresiva en el crecimiento del paciente, por lo que es recomendable tratamientos de ortodoncia interceptiva y correctiva, ortopedia funcional y/o reeducación neuromuscular.

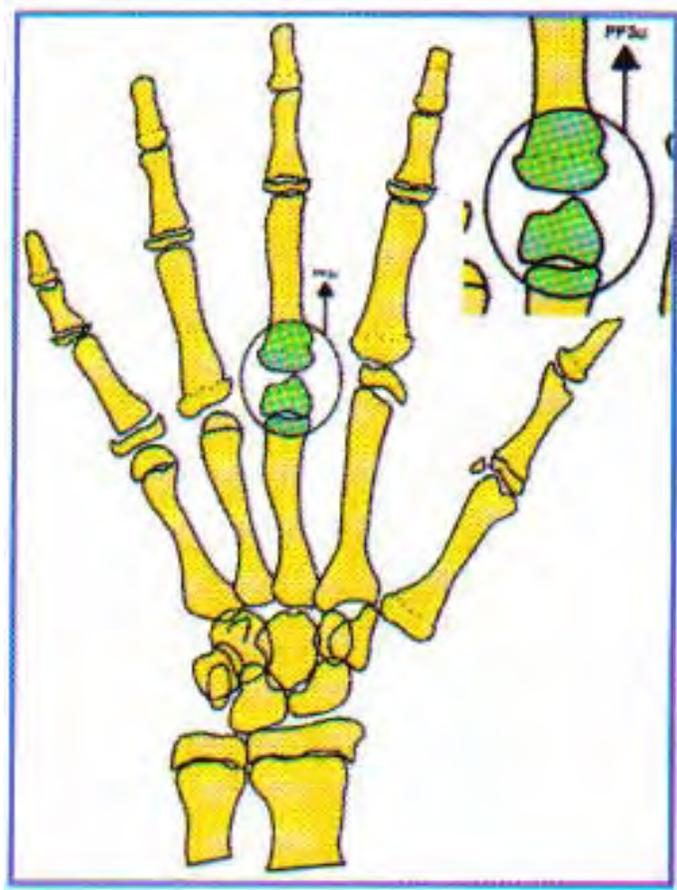


Estadio DP3 μ

Fuente: García AA¹

- Estadio 7

P.P.3 μ = Unión diáfisis-epífisis total de la falange proximal del dedo medio PP3

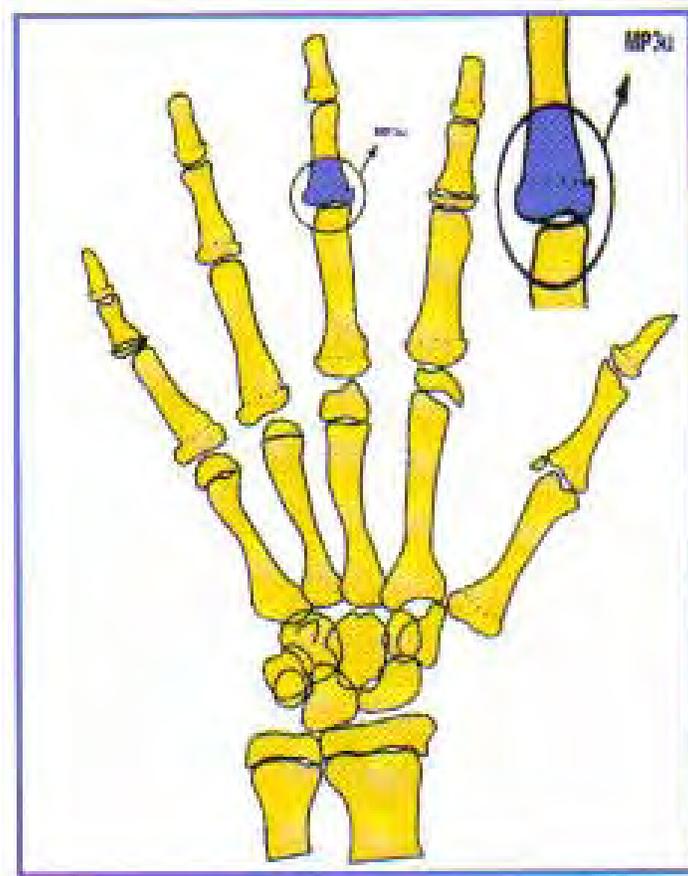


Estadio PP3 μ

Fuente: García AA¹

- Estadio 8

M.P.3 μ = Osificación total de la línea epifisiaria. Este estadio pertenece como los anteriores



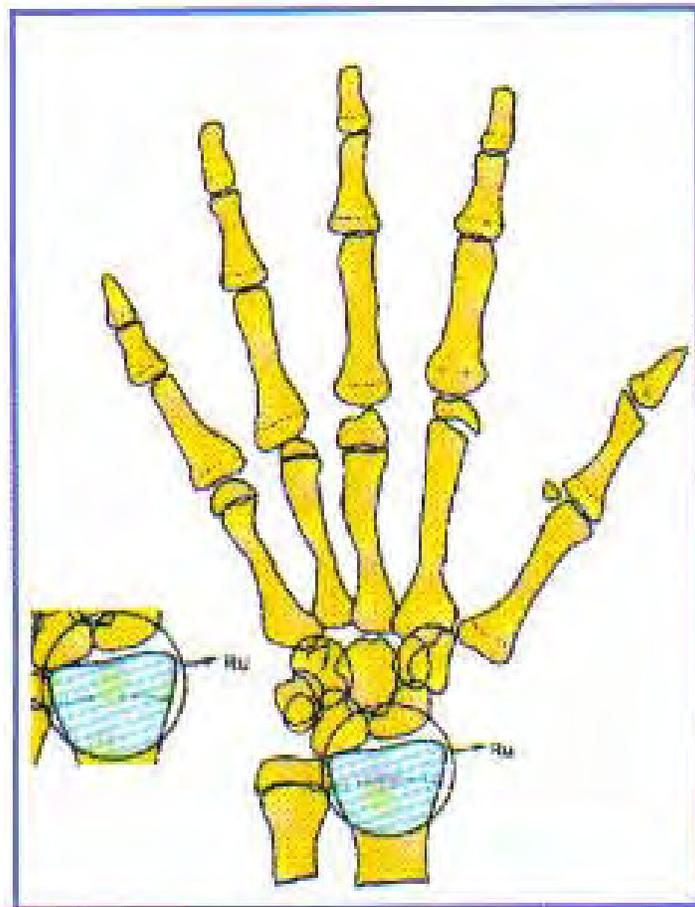
Estadio MP3 μ

Fuente: García AA¹

Fase V. (Fin del crecimiento)

- Estadio 9

R ω = Osificación total de la línea epifisiaria



R ω

Fuente: García AA¹

Al llegar a este último estadio (R ω), termina la osificación de todos los huesos de la mano y, al mismo tiempo, el crecimiento óseo; es entonces cuando la mayoría de los tratamientos estarán enfocados a la corrección y también a la reeducación muscular del paciente.

El hueso pisiforme siempre se presenta superpuesto al ganchoso, al piramidal o a los dos, dependiendo del ángulo de incidencia de la radiografía y del momento en que sea tomada.

Los huesos del carpo que podemos ver en la radiografía de la mano de un adulto joven no existen como tales en un recién nacido, ya que son de naturaleza cartilaginosa y posteriormente se van osificando en un orden que es el que sirve de base al método. Los primeros huesos en osificarse son el hueso grande y el ganchoso, los cuales aparecen aproximadamente a los tres meses de edad tanto en el varón como en la mujer. El piramidal comienza su osificación aproximadamente a los dos años y medio en el varón. El semilunar comienza su osificación a los tres años en la mujer y a los tres años y medio en el varón. El trapecio comienza su osificación a los cuatro años y medio en la mujer y a los cuatro años en el varón. El escafoides y el trapecoide comienzan su osificación casi a la par con un breve intervalo uno tras el otro a los cuatro años y medio en la mujer y a los seis años y medio en el varón.

El pisiforme comienza su osificación a los nueve años y medio en la mujer y a los diez años aproximadamente en el varón. Para calcular la edad esquelética de un individuo, simplemente se compara la radiografía con el patrón de crecimiento correspondiente, lo que determinará la edad de maduración esquelética del individuo. Cuando se observa un retraso en la osificación del individuo con relación a su edad cronológica, generalmente va acompañado de un retardo en el desarrollo de la dentición.

El método de Grave y Brown, un poco más moderno no establece propiamente edades esqueléticas, sino algo que para el ortopedista funciona es de suma importancia, como son los períodos de crecimiento en el individuo. En el siguiente cuadro encontramos nueve estadios de maduración esquelética, presentando cada uno ciertas características que lo evidencian, sin embargo, estos nueve estadios están agrupados en cinco fases de crecimiento óseo:

Fase de crecimiento esquelético	Estadios de osificación	Situación Hormonal	Crecimiento esquelético	Terapia de preferencia
Fase I Fase de Espera	1. PP2 2. MP3	Concentración baja	Escaso o mínimo	1.Reeducación neuromuscular 2.Ortodoncia 3.Ortopedia F.
Fase II Aceleración	3. Pisi,H1,R 4. S, H2	Aumento progresivo del STH estrógeno	Fase de aceleración	1.Ortopedia F 2.Reeducación neuromuscular 3.Ortodoncia
Fase III Crecimiento máximo	5. MP3 _{cap} PP1 _{cap} R _{cap}	Máx. Concen. de STH testosterona	MAXIMO	1.Ortopedia funcional 2.Reeducación neuromuscular 3.Ortodoncia
Fase IV Decreciente	6. DP3u 7. PP3u 8. MP3u	Disminución de STH testosterona	Disminución progresiva	1.Ortodoncia 2.Ortopedia funcional 3.Reeducación neuromuscular
Fase V Fin del Crecimiento	9. Ru	STH nula	Nulo o muy escaso crec. mandibular	1.Ortodoncia 2.Reeducación neuromuscular 3.Ortopedia funcional

Por otra parte de la erupción dental sabemos que es un proceso biológico de migración de un órgano dentario, desde el período de formación del diente, hasta que alcanza el plano de oclusión ^{51,52}

En la primera dentición, el saco dentario está colocado en el fondo de un amplio alvéolo, cubierto por fibromucosa, por lo que la salida del diente encuentra menos dificultad que en la dentición permanente y se realiza en corto tiempo.

En la dentición permanente, el proceso es más lento, porque la corona tiene que enfrentar la destrucción del hueso alveolar y las raíces de los dientes de la primera dentición. Cuando la corona rompe el tejido óseo y rasga la fibromucosa, el movimiento se acelera y pronto alcanza la posición adecuada, o contacto fisiológico con el diente antagonista, el cual también se encuentra en igual grado evolutivo.

El movimiento de erupción es atribuible a una ley natural del crecimiento. Existe en la superficie del esmalte que es de origen epitelial (ectodermo), la propiedad de repeler a los tejidos adyacentes que son de origen conjuntivo (mesodermo), los cuales adquieren una especie de quimiotropismo negativo. El tejido conjuntivo se desorganiza y se produce una reabsorción incluyendo hueso alveolar donde actúan los osteoclastos; lo que origina un espacio que es ocupado inmediatamente por la corona del diente en evolución.^{53,54}

Se han propuesto otros mecanismos para explicar la erupción dentaria, entre ellos es que la influencia de las raíces en rápida formación, actúa como impulsora de los dientes en dirección oclusal. Los tejidos que rodean las raíces en vías de formación y que finalmente constituirán la membrana periodontal, proliferan durante la fase de erupción, impulsando al diente hacia la cavidad bucal. Otro mecanismo posible sería la proliferación del tejido pulpar, entre el diente calcificado y el tejido conectivo denso subyacente del folículo dental. Lo más probable es que todos los factores actúen en conjunto en el proceso de la erupción.

El crecimiento de la raíz se efectúa en el fondo del alvéolo y su formación es lograda por la vaina de Hertwing, al aumentar de volumen hacia el interior del alvéolo, ayudando a la colocación del diente en el sentido de orientación de la corona.

La fase del movimiento vertical del diente que ocurre dentro del hueso alveolar, recibe el nombre de erupción preclínica y el movimiento en la cavidad bucal se llama erupción clínica. Se considera que se ha iniciado la erupción clínica cuando se hace visible por primera vez un borde incisivo o la parte más alta de una cúspide.

La migración vertical en la fase clínica recibe el nombre de erupción activa, este proceso no cesa cuando se hace contacto oclusal con el diente antagonista, interviniendo dos factores:

- Al aumentar la longitud de la rama mandibular por aposición del hueso en la región del cóndilo, toda la mandíbula desciende del cráneo y por lo tanto del plano oclusal, con ello aumenta el espacio intermaxilar y continúa la erupción activa.
- Después que ha terminado el crecimiento de la rama, la erupción depende de la atricción de las áreas masticatorias pues al presentarse este proceso, el diente migra verticalmente para compensar la pérdida de la estructura del diente por desgaste, a este proceso se le denomina erupción pasiva.⁵⁵

De los cinco a los seis años de edad, los dientes permanentes en desarrollo se están moviendo hacia el reborde alveolar y los primeros molares permanentes están listos para hacer erupción.

La presencia clínica del primer molar permanente se da a los seis años de edad, los incisivos generalmente se produce antes de los ocho años y medio de edad; entre los diez y los doce años existe variación en el orden de aparición tanto de los

caninos como de los premolares y la erupción de los segundos molares sucede después de la presencia de los segundos premolares.

Algunos textos de consulta presentan tablas que muestran la cronología de la erupción de dientes permanentes, entre otros: Diamon y Finn ⁵⁶ ambos autores reportan una cronología muy semejante a la presentada por Graber. En cambio Kurliandski al estudiar a niños rusos obtuvo estándares diferentes ^{57,58}

Existen estudios referentes a la cronología de la erupción de dientes temporales, como el estudio que realizó Andrade en 546 niños mexicanos residentes en el Distrito Federal, donde reporta un retardo en la misma, con respecto a las mencionadas en libros de autores extranjeros,⁵⁹ así como Romo que encontró que el sexo femenino presenta una erupción dental más temprana que el sexo masculino y que los primeros dientes en erupcionar son los de la mandíbula, este estudio reporta que el primer diente en erupcionar es el primer molar inferior. Otro punto de coincidencia, es que hay mayor discrepancia en el tiempo de erupción de caninos y premolares, con respecto a las otras clases.⁴⁸

Por otra parte la valoración de la edad dental es esencial para un pronóstico sobre el desarrollo de la dentición. La edad cronológica y dental coinciden en una persona normal. Sin embargo, a veces la edad dental se adelanta o se retrasa con respecto a la media; se habla de retraso o de adelanto cuando dicha edad supera en más de 2 años la edad media de erupción dental. Si existe una edad cronológica menor a la edad dental, el desarrollo continúa su proceso normal, en comparación con la situación que se produce cuando la edad dental se retrasa con respecto a la cronológica o incluso la biológica.

La edad dental se determina por 2 métodos:

- Estado de erupción dental
- Estado de gemación o mineralización dental en la radiografía, que se basa en la comparación del estado de desarrollo radiológico de los diferentes dientes frente a una escala de maduración.

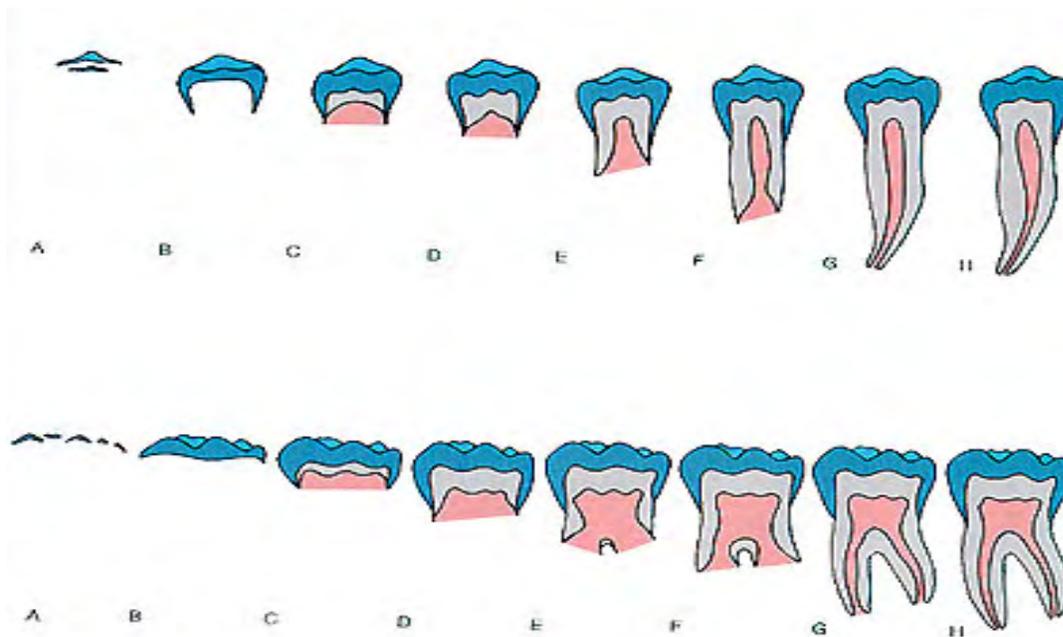
La edad dental se utiliza para la valoración del estado de desarrollo dental, el cual es esencial para emitir un pronóstico sobre el desarrollo de la dentición. Por lo anterior Dimirjian y colaboradores⁶⁰ describieron un método para la maduración dental, que se basó en radiografías de 7 dientes del maxilar inferior izquierdo, preferentemente en dicha radiografía se observa el estado de calcificación de cada diente, al cual se le asignó un puntaje. El total de los valores van en una escala de 0 a 100. éstos separados de acuerdo al género y esto nos indica la edad dental del individuo, con la ayuda de tablas convencionales.

La determinación de la edad dental según el estadio de gemación se basa en comparaciones del estado de desarrollo radiológico de los diferentes dientes frente a una escala de maduración. De esta forma, no sólo se mide la última fase de desarrollo dental, sino todo el proceso de mineralización, con lo que la determinación de la edad dental es más precisa. Este método se puede aplicar tanto a la dentición temporal como al período de cambio de dentición y no se modifica por la pérdida prematura de los dientes temporales. La valoración se basa en un sistema de puntuación.

Método de Dermirjian

El método es bastante preciso, pero su utilidad es limitada. En este método no se puede emplear en las fases de reposo de la erupción dental. De esta forma no sólo se mide la última fase de desarrollo dental, sino todo el proceso de mineralización con lo que la determinación de la edad dental es más precisa. La valoración se basa en un sistema de puntuación. Se adjudica a cada diente una puntuación, según su estadio de desarrollo. El número de puntos para determinar la edad ósea se obtiene de la suma de los diversos puntos de los 7 dientes del cuadrante inferior izquierdo. Si falta alguno de los dientes que hay que valorar, se incluye en la valoración el diente del lado contrario.

Escala de puntuación de los estadios de desarrollo dental



Fuente: Dermirjian y col. En: Rakosi²⁶

A = Calcificación de algunos puntos oclusales sin fusión de las diferentes calcificaciones.
B = Fusión de los puntos de mineralización con detección del contorno dental oclusal.
C = Fin de la formación del esmalte y comienzo de depósito de la dentina.
D = Formación de la corona hasta el límite amelocementario.
E = La longitud de la raíz es mas corta que la altura de la corona.
F = La longitud de la raíz es igual o mayor que la de la corona.
G = Termina la formación de la raíz; el orificio apical continua abierto.
H = Cierre del orificio apical.

La suma de los diferentes puntos da el valor de madurez, que se puede convertir directamente en la edad ósea con ayuda de unas tablas convencionales. Cuanto menor es la suma de puntos, menor es la edad dental y viceversa. Este método resulta bastante preciso si sólo se utilizan los dientes del cuadrante inferior izquierdo. Además, la escala de puntuación del grado de mineralización depende del tipo de diente y del sexo del paciente^{50,51}(Tablas 1 y 2)..

Tabla 1. Escala de puntuación de los diferentes estadios de desarrollo dental

Niños Etapa									
Diente	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M2	0,0	2,1	3,5	5,9	10,1	12,5	13,2	13,6	15,4
M1				0,0	8,0	9,6	12,3	17,0	19,3
PM2	0,0	1,7	3,1	5,4	9,7	12,0	12,8	13,2	14,4
PM1			0,0	3,5	7,0	11,0	12,3	12,7	13,5
C				0,0	3,5	7,9	10,0	11,0	11,9
I2					3,2	5,2	7,8	11,7	13,7
I1					0,0	1,9	4,1	8,2	11,8

Niñas Etapa									
Diente	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M2	0,0	2,7	3,9	6,9	11,1	13,5	14,2	14,5	15,6
M1				0,0	4,5	6,2	13,5	14,0	16,2
PM2	0,0	1,8	3,4	6,5	10,6	12,7	13,5	13,8	14,6
PM1			0,0	3,7	7,5	11,8	13,1	13,4	14,1
C				0,0	3,2	5,6	10,3	11,6	12,4
I2				0,0	3,2	5,6	8,0	12,2	14,2
I1					0,0	2,4	5,1	9,3	12,9

Etapa 0 = falta de calcificación.

La escala de puntuación del grado de mineralización depende del tipo de diente y del sexo del paciente. Esta tabla se ha elaborado para el cuadrante inferior izquierdo.

Tabla 2. Conversión para determinar la edad ósea tras conocer el resultado del desarrollo dental. (J = años. K = niños. M = niñas)

Edad puntos											
J	K	M	J	K	M	J	K	M	J	K	M
<u>3.0</u>	12,4	13,7	6.3	36,9	41,3	9.6	87,2	90,2	12.9	95,4	97,2
.1	12,9	14,4	.4	36,9	41,3	.7	87,7	90,7			
.2	13,5	15,1	.5	39,2	43,9	.8	88,2	91,1	<u>13.0</u>	95,6	97,3
.3	14,0	15,8	.6	40,6	45,2	.9	88,6	91,4	.1	95,7	97,4
.4	14,5	16,6	.7	42,0	46,7				.2	95,8	97,5
.5	15,0	17,3	.8	43,6	48,0	<u>10.0</u>	89,0	91,8	.3	95,9	97,6
.6	15,6	18,0	.9	45,1	49,5	.1	89,3	92,3	.4	96,0	97,7
.7	16,2	18,8				.2	89,7	92,3	.5	96,1	97,8
.8	17,0	19,5	<u>7.0</u>	46,7	51,0	.3	90,0	92,6	.6	96,2	98,0
.9	17,6	20,3	.1	48,3	52,9	.4	90,3	92,9	.7	96,3	98,1
			.2	50,0	55,5	.5	90,6	93,2	.8	96,4	98,2
<u>4.0</u>	18,2	21,0	.3	52,0	57,8	.6	91,0	93,5	.9	96,5	98,3
.1	18,9	21,8	.4	54,3	61,0	.7	91,3	93,7			
.2	19,7	22,5	.5	56,8	65,0	.8	91,6	94,0	<u>14.0</u>	96,6	98,3
.3	20,4	23,2	.6	59,6	68,0	.9	91,8	94,2	.1	96,7	98,4
.4	21,0	24,0	.7	62,5	71,8				.2	96,8	98,5
.5	21,7	24,8	.8	66,0	75,0	<u>11.0</u>	92,0	94,5	.3	96,9	98,6
.6	22,4	25,6	.9	69,0	77,0	.1	92,2	94,7	.4	97,9	99,5
.7	23,1	26,4				.2	92,5	94,9	.5	97,1	98,8
.8	23,8	27,2	<u>8.0</u>	71,6	78,8	.3	92,7	95,1	.6	97,2	98,9
.9	24,6	28,0	.1	73,5	80,2	.4	92,9	95,3	.7	97,3	99,0
			.2	75,1	81,2	.5	93,1	95,4	.8	97,4	99,1
<u>5.0</u>	25,4	28,9	.3	76,4	82,2	.6	93,3	95,6	.9	97,5	99,1
.1	26,2	29,7	.4	77,7	83,1	.7	93,5	95,8			
.2	27,0	30,5	.5	79,0	84,0	.8	93,7	96,0	<u>15.0</u>	97,6	99,2
.3	27,8	31,3	.3	80,2	84,8	.9	93,9	96,2	.1	97,7	99,3
.4	28,6	32,1	.7	81,2	85,3				.2	97,8	99,4
.5	29,5	33,0	.8	82,0	86,1	<u>12.0</u>	94,0	96,3	.3	97,8	99,5
.6	30,3	34,0	.9	82,8	86,7	.1	94,2	96,4	.4	97,9	99,5
.7	31,1	35,0				.2	94,4	96,5	.5	98,0	99,6
.8	31,8	36,0	<u>9.0</u>	83,6	87,2	.3	94,5	96,6	.6	98,1	99,6
.9	32,6	37,0	.1	84,3	87,8	.4	94,6	96,7	.7	98,2	99,7
			.2	85,0	88,3	.5	94,8	96,8	.8	98,2	99,8
<u>6.0</u>	33,6	36,0	.3	85,6	88,3	.6	95,0	96,9	.9	98,3	99,9
.1	34,7	39,1	.4	86,2	89,3	.7	95,1	97,0			
.2	35,8	40,2	.5	86,7	89,8	.8	95,2	97,1	<u>16.0</u>	98,4	100,0

V. OBJETIVO GENERAL

- Identificar a través de la utilización de la radiografía carpal la relación entre los estadios de maduración ósea con la maduración dental en pacientes de un mismo rango de edad

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer un mejor diagnóstico y pronóstico en el uso de aparatología en ortodoncia y ortopedia teniendo como referencia una radiografía carpal y una panorámica
- Determinar el inicio del pico de crecimiento empleando el estadio de maduración ósea por medio del método descrito por Grave y Brown.

VI. HIPÓTESIS

De acuerdo a estudios realizados se espera encontrar una alta correspondencia entre la maduración ósea y maduración dental a través de las radiografías carpal y panorámica logrando estimar el crecimiento activo prepuberal que se presenta al inicio del pico de crecimiento con lo cual se establece el desarrollo del niño (a) y su propio potencial de crecimiento.

VII. HIPÓTESIS DE TRABAJO

- A mayor maduración ósea mayor será el desarrollo de estadios de calcificación dental
- A mayor maduración dental existe mayor cercanía al inicio del pico de crecimiento
- Las niñas presentan estadios más avanzados de maduración ósea con respecto a los niños a pesar de estar en un mismo rango de edad.

VIII. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

MATERIAL Y MÉTODOS

- **Tipo de estudio:**

Observacional, transversal, prolectivo, descriptivo

- **Población o universo de estudio**

Pacientes de 11 años de edad que acudieron a la clínica “Zaragoza” durante el período 2004 – 2005 para tratamiento dental.

- **Muestra**

El muestreo fue por conveniencia, considerando el tiempo y recursos disponibles se tomaron 100 pacientes de 11 años de edad de ambos sexos que acuden a la clínica “Zaragoza” durante el período establecido.

Criterios de selección

a) Criterios de inclusión

- Pacientes que pertenecieran al programa “Diagnóstico en ortodoncia” en la clínica multidisciplinaria “Zaragoza” los días lunes y miércoles en el turno matutino.
- Pacientes que tuvieran 11 años de edad
- Que tuvieran un estudio ortodoncico completo (cefalografía, radiografía panorámica, radiografía carpal, modelos de estudio en yeso y fotografías intraorales y extraorales.

b) Criterios de exclusión:

- Pacientes que no hayan querido adquirir los estudios de ortodoncia
- Pacientes con ausencia múltiple de gérmenes dentales.

- **Variables**

Edad

Sexo

Maduración ósea

Maduración dental

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE Y NIVEL DE MEDICIÓN	CATEGORÍAS
Edad	Cronológicamente tiempo en vida	Cuantitativa Continua	11 años y meses
Sexo	Características fenotípicas	Cualitativa Nominal	Femenino y masculino
Maduración ósea	Grado de osificación	Cualitativo Ordinal	Estadios 1-5
Maduración dental	Grado de mineralización dental	Cualitativo Ordinal	A, B, C, D, E, F, G, H.

- **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

Para la realización de esta investigación se utilizaron los siguientes métodos:

- A) Para la determinación de la edad dental y hacer la conversión a edad ósea por medio de método de Demirjian o de la edad dental según el estadio de gemación, se obtuvieron las radiografías panorámicas de los individuos involucrados en el estudio.

Se hizo una comparación del estado de desarrollo radiológico de los diferentes dientes del paciente frente a una escala de maduración con el esquema que más se aproximara y de acuerdo con la similitud se le asignó una letra que tiene un valor determinado; se hizo la suma de los diferentes puntos obteniéndose el valor de madurez, y el resultado se busco en la escala de puntuación del grado de mineralización dependiendo del tipo del diente y del sexo del paciente, con este procedimiento se determinó la edad dental que se convirtió directamente en edad ósea con ayuda de una tablas convencionales. Tomando en cuenta que si faltará algún diente fue sustituido por su homólogo del lado contrario.

- B) Mientras que para evaluar la edad ósea de los sujetos de estudio se utilizó el método de Greulich y Pyle donde se requirió de una radiográfica carpal, la cual fue comparada con el esquema del atlas identificando aquel con el que más se aproximara. Si al hacer la comparación de la radiografía carpal con el esquema de 11 años no había similitud se consideró que no existe correlación entre la edad cronológica y la edad ósea.

C) Para determinar la edad ósea por el método de Grave y Brown, para lo cual se recopilaron las radiografías carpales en las cuales se localizaron en el carpo, en las falanges y en el radio los centros de osificación con los cuales se identificó el estándar con el que más se aproximaron y con esta información reconocer el estadio de osificación al que pertenecían.

Posterior a esto se comparó edad cronológica contra edad dental, edad cronológica con edad ósea por el método de Greulich y Pyle, finalizando con edad cronológica con edad ósea con el método de Grave y Brown.

Para determinar la correlación entre la edad cronológica, edad ósea y la edad dental en este trabajo se utilizó el siguiente criterio:

1. Si coincidía la edad cronológica con la edad dental (determinada por el método de Dermijian), y la edad cronológica con la edad ósea (determinada por los métodos de Greulich y Pyle y el método de Grave y Brown) de manera exacta se le asignó el número **1**, lo cual indica correlación; si no coincidía se le asignaba **0** por lo tanto no existía correlación.

- **DISEÑO ESTADÍSTICO**

Para la realización de esta investigación el grupo de estudio fue conformada por 100 pacientes ambos sexos que presentaron 11 años de edad.

Las pruebas estadísticas fueron dependiendo de la escala de medición de las variables. Así para las variables cualitativas se manejó la distribución de frecuencia (Porcentajes).

El tipo de estadística es no paramétrica.

Análisis estadístico:

1. Descripción de resultados.

La medida que se utilizó es la proporción en donde: el número de observaciones con una característica específica es dividida entre el número total de observaciones en un grupo dado :

$$\text{Proporción} = \frac{a}{a + b}$$

Como la proporción se expresa en decimales, se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje y presentar los resultados de manera tradicional

Para el análisis de la significancia estadística se utilizó la **ji cuadrada** (X^2) con un nivel de significancia del 95%.

2. Presentación de los resultados

Cuando los datos fueron organizados, procesados y analizados, se elaboraron cuadros y gráficas.

IX. RECURSOS

- *RECURSOS HUMANOS*

100 pacientes

1 Pasante

1 Director

1 Asesor

- *RECURSOS MATERIALES*

100 radiografías carpales

100 radiografías panorámicas

100 fichas de recolección

2 lápices

2 plumas

1 goma

1 computadora

- *RECURSOS FÍSICOS*

Biblioteca central

Facultad de odontología

ENAH (Escuela nacional de antropología e historia)

ADM (Asociación dental mexicana)

INP (Instituto nacional de pediatría)

Clínica multidisciplinaria Zaragoza

X. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tiempo/contenido	Septiembre 2007	Septiembre 2007	Octubre 2007	Octubre 2007	Octubre 2007
Título del proyecto y recopilación de la bibliografía	★				
Elaboración del proyecto, calibración		★	★		
Comparación de radiografías carpales y panorámica con los métodos requeridos.				★	
Análisis Estadístico					★
Tiempo/ contenido	Octubre 2007	Octubre 2007			
Elaboración de discusión y conclusiones	★				
Presentación final del trabajo de investigación		★			

XI. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En total se incluyeron en el estudio 100 personas, de las cuales 50% correspondieron al sexo femenino y el resto al masculino. El promedio de la edad para el total de la población fue de once años cuatro meses, mientras que fue de once años tres meses para las niñas y once años cinco meses para los niños.

Al determinar la maduración ósea a través del método de Greulich y Pyle se obtuvo que el 72% de las niñas presentó 11 años de edad de acuerdo al método. Mientras que para el sexo masculino solo se observó esta edad en el 18% de la población (Tabla 1, gráfica 1), (anexo 2 y 3)

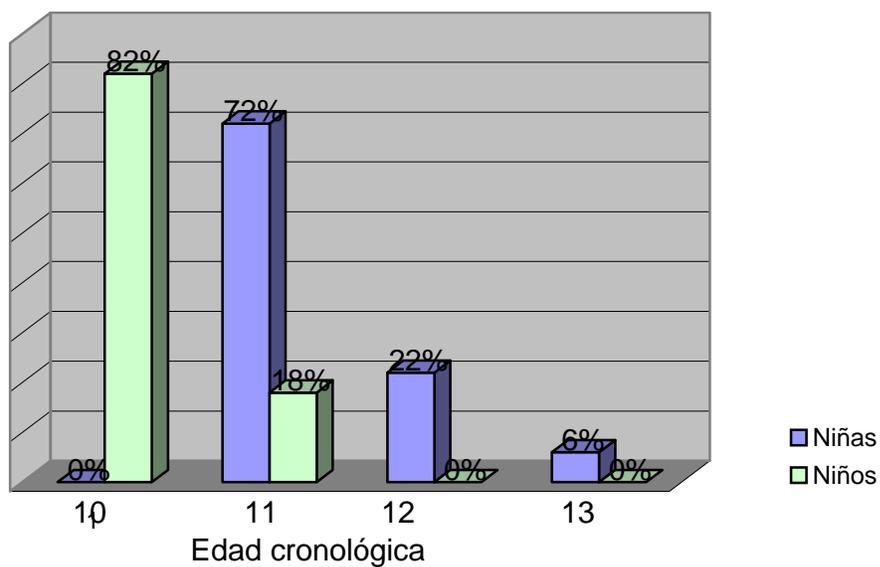
Tabla 1
Distribución de maduración ósea por edad y sexo a través del método de Greulich y Pyle en pacientes de la clínica multidisciplinaria Zaragoza

Distribución de maduración ósea por edad y sexo a través del método de Greulich y Pyle				
Maduración ósea	Femenino		Masculino	
	n	%	n	%
10	0	0	41	82
11	36	72	9	18
12	11	22	0	0
13	3	6	0	0

Fuente : Directa, 2005 – 2006

Gráfica 1

Distribución de maduración ósea por edad y sexo a través del método de Greulich y Pyle en pacientes de la clínica multidisciplinaria Zaragoza



Fuente: Tabla 1. Distribución de maduración ósea por edad y sexo a través del método de Greulich y Pyle en pacientes de la clínica multidisciplinaria Zaragoza

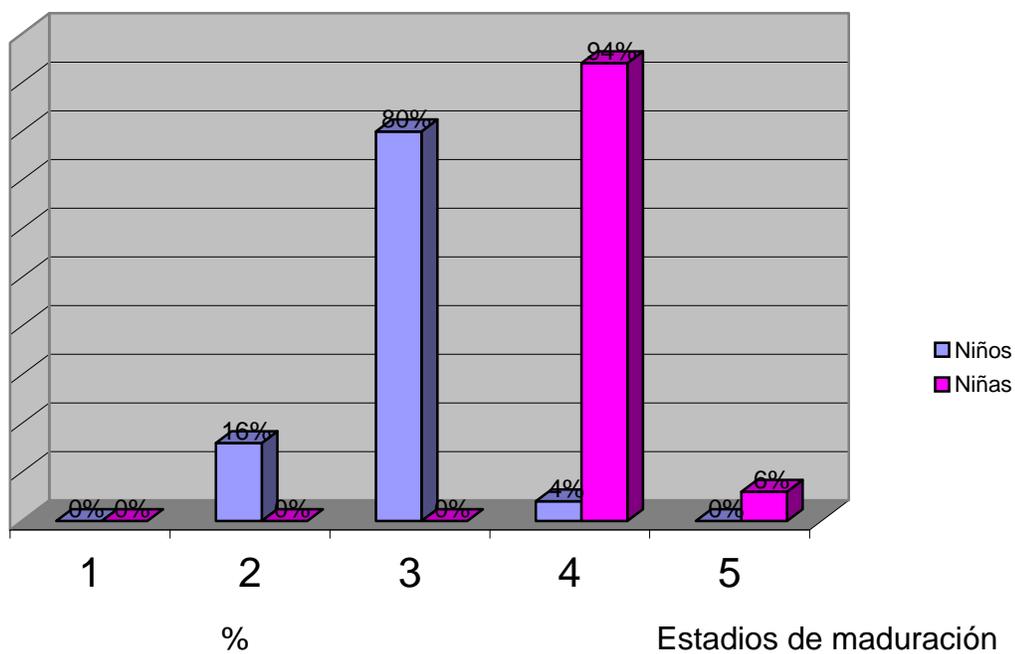
Cuando se utilizó el método de Grave y Brown el 94% del sexo femenino se encontró en el estadio 4 y solo el 6% en el estadio 5 máximo puberal. En cambio para el sexo masculino el 80% se encuentra en el estadio 3, el 16% en el estadio 2 y el 4% en el estadio 4. (Tabla 2, gráfica 2), (anexo 2 y 3)

Tabla 2
Distribución de maduración ósea por el método de Grave y Brown en
pacientes de la clínica multidisciplinaria Zaragoza

Distribución de maduración ósea por el método de Grave y Brown				
Estadio	Femenino		Masculino	
	n	%	n	%
1	0	0	0	0
2	0	0	8	16
3	0	0	40	80
4	47	94	2	4
5	3	6	0	0

Fuente: Directa, 2005 - 2006

Gráfica 2
Distribución de maduración ósea por el método de Grave y Brown en
pacientes de la clínica multidisciplinaria Zaragoza



Fuente: Tabla 2, Distribución de maduración ósea por el método de Grave y Brown en pacientes de la clínica multidisciplinaria Zaragoza

Los resultados obtenidos con respecto a los estadios de calcificación dental de acuerdo al método de Demirjian las niñas de 11 años de edad presentaron un 78% de maduración dental mientras que los niños no presentan una maduración dental adecuada pues en el 100% no se encontró correspondencia. (Tabla 3, gráfica 3), (anexo 4 y 5)

Tabla 3

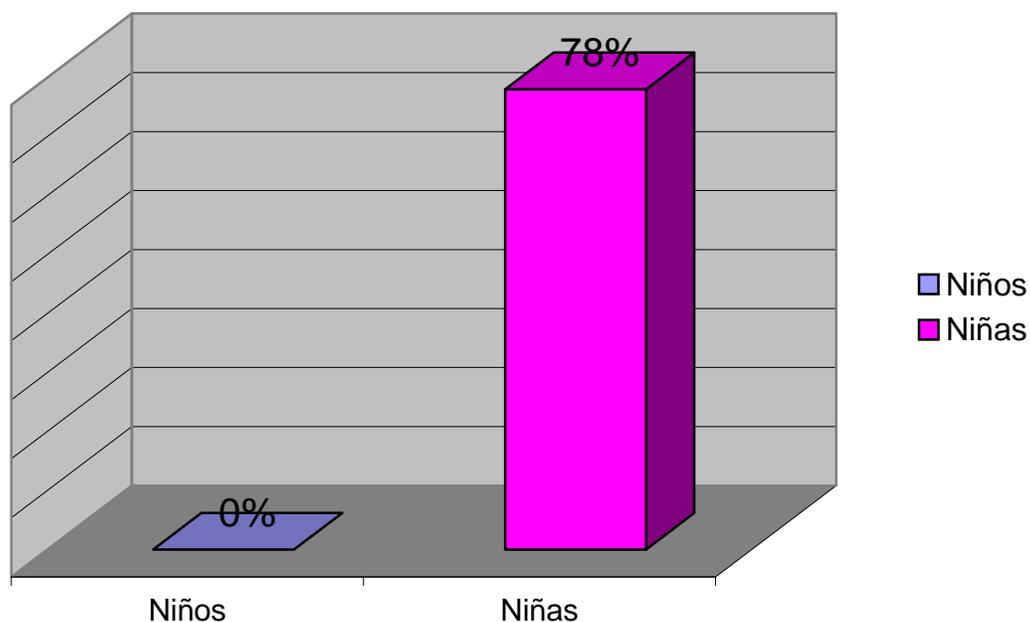
Distribución de correspondencia entre edad ósea y edad dental por el método de Demirjian en pacientes de la clínica multidisciplinaria Zaragoza

Correspondencia por sexo							
Femenino				Masculino			
Pacientes con correspondencia		Pacientes sin correspondencia		Pacientes con correspondencia		Pacientes sin correspondencia	
n	%	n	%	n	%	n	%
39	78	11	22	0	0	50	100

Fuente : Directa, 2005 – 2006

Gráfica 3

Distribución de correspondencia entre edad ósea y edad dental por el método de Demirjian en pacientes de la clínica multidisciplinaria Zaragoza



Fuente: Tabla 3, Distribución de correspondencia entre edad ósea y edad dental por el método de Demirjian en pacientes de la clínica multidisciplinaria Zaragoza

Al comparar la correspondencia entre la maduración ósea y la edad cronológica por el método de Greulich y Pyle, y de Grave y Brown para el total de la población no se encontró significancia estadística ($X^2 = 0.32$; $p = 0.57$)

Mientras que al hacer el análisis comparando los porcentajes obtenidos del sexo femenino contra los del masculino se obtuvo significancia estadística para ambos métodos: Greulich y Pyle ($X^2 = 29.45$, $p = 0.0000$) y Grave y Brown $X^2 25.16$, $p = 0.0000$.)

No se pudo hacer este análisis en la comparación de la edad cronológica y la edad dental debido a que ninguno de los niños presentó correspondencia.

XII. DISCUSIÓN

Determinar la edad biológica por medio de la maduración ósea y dental en lugar de la edad cronológica, en niños y adolescentes es importante ya que el precisar la edad biológica ayuda a conocer el tipo de tratamiento ortodoncico u ortopedico adecuado para el paciente, se identifican tres puntos importantes en dicho proceso:

1. Conocer si ya se inició o no, el brote de crecimiento puberal para iniciar cuanto antes el tratamiento ortopédico u ortodoncico.
2. Si ya se inició, en qué estadio de la curva se encuentra y cuánto le falta y
3. Averiguar si ya cesó el crecimiento puberal de nuestros pacientes, sobre todo en los casos de tratamientos con cirugía ortognática.

El presente estudio fue realizado en una población de 100 pacientes, donde el 50% era del sexo femenino y el porcentaje restante correspondió al sexo masculino, encontrándose varias diferencias con respecto a la edad cronológica, dental y maduración ósea, al identificar la correspondencia entre la edad cronológica y la edad ósea a través del método de Greulich y Pyle se encontró el 72% de correspondencia para el sexo femenino en comparación con el sexo masculino en el que sólo se presentó en el 18% de los pacientes, estos resultados coinciden con los obtenidos por Prior anatomista de State College of Kentucky , quien afirmó que los huesos de las mujeres se osifican antes que los de los hombres.

Bjork menciona que el estadio 5 es el máximo nivel de crecimiento, en este trabajo al aplicar el método de Grave y Brown para identificar la maduración ósea en los pacientes se obtuvo una mejor relación entre los estadios de maduración ósea y la edad cronológica en el sexo femenino con un 94% de la población en el estadio 4 y solo el 6% en el estadio 5 considerado el máximo puberal, sobresaliendo del

sexo masculino que obtuvieron resultados más dispersos quedando un 80% en el estadio 3, el 16% en el estadio 2 y el 4% en el estadio 4.

Con respecto a la edad dental y la edad cronológica Romo⁵¹ encontró que el sexo femenino presenta una erupción dental mas temprana que el sexo masculino, coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que para el sexo femenino se encontró una alta correspondencia (78%) para estos indicadores. En comparación con el sexo masculino en donde no se encontró dicha relación.

Este hecho de acuerdo a Graber y Enlow se explica si se consideran diferencias sexuales, patrones de maduración familiar y factores metabólicos y nutricionales debido a que los varones en condiciones normales utilizan mejor la energía, pero en situaciones deficitarias son las mujeres las que presentan una mayor estabilidad por lo que la repercusión sobre el crecimiento es menor por lo tanto mayor correspondencia entre edad ósea, dental y cronológica.

Coincidiendo así con autores como Dermirjian, Greulich y Pyle, Grave y Brown acerca de la correlación significativa para el sexo femenino que se traduce a un desarrollo biológico mas avanzado en comparación con el sexo masculino que presenta un desarrollo menor.

XIII. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio podemos concluir que no solo existen diferencias entre ambos sexos, si no por el contrario, pacientes de un mismo sexo y rango de edad presentan diferencias a nivel maduración ósea y dental, sin embargo el sexo femenino, fue el que tuvo una mayor correspondencia entre dichas maduraciones, así como estadios de maduración ósea mas avanzadas, en comparación con el sexo masculino, lo cual confirma nuestra hipótesis.

Por lo anterior y la constante necesidad de establecer una correlación entre el momento en que ocurre la pubertad, los cambios que se originan y la edad ósea a la cual ocurren nos han permitido considerar el desarrollo dental como otro hecho reproducible y capaz de medirse, ayudándonos a establecer una estrecha relación entre los estadios de osificación con respecto a los de la calcificación dental. Por lo tanto coincido con varios autores acerca de la teoría de que la edad cronológica es un indicador “pobre” del desarrollo del individuo y se prefiere la información que se obtienen de la maduración ósea ya que esta es más confiable y precisa, así que el cirujano dentista no solamente debe reconocer e interceptar problemas dentarios sino que comparte por igual la responsabilidad de que el paciente reciba tratamiento medico adecuado por cualquier trastorno que pudiera originarse dentro del sistema estomatognático, con manifestaciones bucales secundarias, y a nivel carpo.

Por tal se puede concluir también que no se debe emplear únicamente un solo auxiliar de diagnóstico para un tratamiento sino al contrario debe ser una serie de auxiliares que coadyuven a realizar un diagnóstico en este caso ortodoncico y sobre todo ortopédico para obtener un criterio clínico que permita decidir el momento adecuado para un tratamiento ortodoncico u ortopédico. Este hecho se verá favorecido si el odontólogo cuenta con los elementos necesarios para diagnosticar la radiografía carpal y panorámica correctamente, y así reunir e

integrar conocimientos teóricos y prácticos que faciliten la formación y preparación para la práctica integral, orientada a satisfacer las necesidades de atención, prevención y corrección de las maloclusiones más frecuentes, en la población infantil y adolescente de nuestro país, tomando en cuenta que el cirujano dentista trabaja con el crecimiento, por ello es conveniente poseer la mayor cantidad de datos sobre el patrón de crecimiento así como el grado de maduración ósea, la cual es confiable ya que dicha maduración proporciona información que no le es posible obtener de otros medios de diagnóstico lo cual ayuda a coordinar el tratamiento con los procesos vitales de crecimiento.

XIV. PERSPECTIVAS

A pesar de que se tiene la noción de estudios acerca de la maduración ósea y maduración dental realizados por investigadores como Greulich y Pyle, Grave y Brown, y Dermirjian en sus respectivas áreas que hoy día siguen vigentes; en México los estudios realizados arrojan resultados poco concluyentes, los que se traduce en una falta de noción suficiente acerca de la correlación entre maduración ósea y maduración dental, como un fin preventivo en el tratamiento ortodóntico - ortopédico, siendo gran aliado para la corrección precoz de maloclusiones , buscando la armonización de las bases óseas en detrimento, así como discrepancias y posicionamientos dentarios en poblaciones como la utilizada en esta investigación. Por lo tanto se requiere de más énfasis en el área de la investigación que ayuden a la mejora de tratamientos oportunos, así como probablemente se requiera de atlas de maduración ósea realizados y dirigidos por y para los mexicanos. Esto se puede lograr incluyendo a la radiografía carpal así como sus métodos de interpretación en el plan de estudios de la carrera de cirujano dentista de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

XV. ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
 "ZARAGOZA"

No. de registro

--	--	--

Sexo: Masculino Femenino

Edad cronológica

--	--

Maduración ósea por el método de Greulich y Pyle

--	--

Maduración ósea por el método de Grave y Brown

Estadio 1 Estadio 2 Estadio 3 Estadio 4 Estadio 5

Estadio 6 Estadio 7 Estadio 8 Estadio 9

Maduración dental por el método de Demirjian

Estadios de calcificación dental

2M 1M 2P 1P C IL IC

Valor numérico

+ - =

Maduración ósea

Anexo 2

Cuadro de concentración para edad cronológica, edad dental y edad ósea para el sexo masculino

No.	Sexo	Edad Cronologica	Edad dental	Greulich y Pyle	Grave y Brown	EC & ED	EC& GP	EC&GB
1	M	11,04	10	10	3	0	0	0
2	M	11,02	9.9	10	3	0	0	0
3	M	11,08	10	10	3	0	0	0
4	M	11,00	9,9	10	3	0	0	0
5	M	11,02	9.8	10	3	0	0	0
6	M	11,08	9,9	10	3	0	0	0
7	M	11,08	9.8	10	3	0	0	0
8	M	11,11	10	10	3	0	0	0
9	M	11,10	9.8	10	3	0	0	0
10	M	11,08	9.8	10	3	0	0	0
11	M	11,02	9.8	10	3	0	0	0
12	M	11,00	9.9	10	3	0	0	0
13	M	11,02	9.8	10	2	0	0	0
14	M	11,11	9.9	10	2	0	0	0
15	M	11,01	9.8	10	3	0	0	0
16	M	11,04	9.9	10	2	0	0	0
17	M	11,00	9.8	10	3	0	0	0
18	M	11,00	9.9	10	3	0	0	0
19	M	11,08	9.8	10	3	0	0	0
20	M	11,08	9.9	10	2	0	0	0
21	M	11,11	9.8	10	3	0	0	0
22	M	11,10	9.8	10	3	0	0	0
23	M	11,08	10.1	10	2	0	0	0
24	M	11,00	9.8	10	3	0	0	0
25	M	11,11	9.8	10	3	0	0	0
26	M	11,04	9.9	10	3	0	0	0
27	M	11,08	9.8	10	3	0	0	0
28	M	11,02	9.9	10	3	0	0	0
29	M	11,08	9.8	10	2	0	0	0
30	M	11,10	9.8	10	2	0	0	0
31	M	11,04	9.8	10	3	0	0	0
32	M	11,02	10.1	10	3	0	0	0
33	M	11,08	9.8	10	3	0	0	0
34	M	11,02	9.8	10	3	0	0	0
35	M	11,02	9.8	10	2	0	0	0
36	M	11,08	9.8	10	3	0	0	0
37	M	11,10	10.8	11	4	0	1	1
38	M	11,11	10.1	11	3	0	1	0
39	M	11,10	10	11	3	0	1	0
40	M	11,03	10.8	11	4	0	1	1
41	M	11,02	10	11	3	0	1	0
42	M	11,11	10	11	3	0	1	0
43	M	11,00	10	11	3	0	1	0
44	M	11,02	10.8	11	3	0	1	0
45	M	11,00	9.2	10	3	0	0	0
46	M	11,05	10	11	3	0	1	0
47	M	11,06	9.9	10	3	0	0	0
48	M	11,05	10.8	10	3	0	0	0
49	M	11,05	10	10	3	0	0	0
50	M	11,00	9.9	10	3	0	0	0

Fuente: directa, 2005 - 2006

Anexo 3 Cuadro de concentración para edad cronológica, edad dental y edad ósea para el sexo femenino

No.	Sexo	Edad Cronologica	Edad Dental	Greulich - Pyle	Grave y Brown	EC & ED	EC& GP	EC&GB
1	F	11,11	10,08	11	4	0	1	1
2	F	11,08	10,08	11	4	0	1	1
3	F	11,08	11,08	11	4	1	1	1
4	F	11,10	11,01	11	4	1	1	1
5	F	11,08	11,01	11	4	1	1	1
6	F	11,01	11,01	11	4	1	1	1
7	F	11,11	11,02	11	4	1	1	1
8	F	11,03	11,01	11	4	1	1	1
9	F	11,00	12,02	11	4	0	1	1
10	F	11,00	11,04	11	4	1	1	1
11	F	11,00	11,08	12	4	1	0	1
12	F	11,04	12,06	13	5	0	0	0
13	F	11,10	10,03	11	4	0	1	1
14	F	11,04	11,08	12	4	1	0	1
15	F	11,02	11,01	11	4	1	1	1
16	F	11,01	11,01	11	4	1	1	1
17	F	11,00	13,01	13	5	0	0	0
18	F	11,05	12,06	13	5	0	0	0
19	F	11,08	11,08	11	4	1	1	1
20	F	11,02	11,08	11	4	1	1	1
21	F	11,01	12,02	12	4	0	0	1
22	F	11,05	11,08	11	4	1	1	1
23	F	11,03	12,05	12	4	0	0	1
24	F	11,00	11,08	11	4	1	1	1
25	F	11,00	11,08	12	4	1	0	1
26	F	11,02	11,08	11	4	1	1	1
27	F	11,11	12,02	12	4	0	0	1
28	F	11,02	11,04	11	4	1	1	1
29	F	11,05	11,04	11	4	1	1	1
30	F	11,09	11,04	11	4	1	1	1
31	F	11,03	11,08	11	4	1	1	1
32	F	11,01	11,08	11	4	1	1	1
33	F	11,01	11,08	11	4	1	1	1
34	F	11,00	11,01	11	4	1	1	1
35	F	11,05	11,01	11	4	1	1	1
36	F	11,08	10,03	11	4	0	1	1
37	F	11,02	11,07	12	4	1	0	1
38	F	11,01	11,06	11	4	1	1	1
39	F	11,05	11,06	11	4	1	1	1
40	F	11,03	11,07	12	4	1	0	1
41	F	11,00	11,07	12	4	1	0	1
42	F	11,00	11,07	12	4	1	0	1
43	F	11,02	11,01	11	4	1	1	1
44	F	11,11	11,07	12	4	1	0	1
45	F	11,03	11,01	11	4	1	1	1
46	F	11,04	11,01	11	4	1	1	1
47	F	11,03	11,02	11	4	1	1	1
48	F	11,01	11,02	11	4	1	1	1
49	F	11,02	11,06	11	4	1	1	1
50	F	11,00	11,08	11	4	1	1	1

Fuente: directa, 2005 – 2006

Anexo 4

Cuadro de concentración de la edad dental para el sexo femenino

No.	Sexo	Edad Cronologica	Estadio de Gemación	Sumatoria	Edad Dental
1	F	11,11	F G F G G H H	15.6+16.2+13.5+13.4+10.3+14.2+12.9 = 96.1	10,08
2	F	11,08	F G F G G H H	15.6+16.2+13.5+13.4+10.3+14.2+12.9 = 96.1	10,08
3	F	11,08	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
4	F	11,10	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
5	F	11,08	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
6	F	11,01	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
7	F	11,11	H H G G F H H	15.6+16.2+13.8+13.4+10.3+14.2+12.9 = 96.4	11,02
8	F	11,03	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
9	F	11,00	F G F F G H H	14.2+14+13.5+13.1+14.6+14.2+12.9 = 96.5	12,02
10	F	11,00	G H G G F H H	14.5+16.2+13.8+13.4+10.3+14.2+12.9 = 95.3	11,04
11	F	11,00	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
12	F	11,04	G G G H G H H	14.5+14+13.8+14.6+11.6+14.2+12.9 = 95.6	12,06
13	F	11,10	E H G E F G H	13.5+16.2+13.8+11.8+10.3+14.2+12.9 = 92.7	10,03
14	F	11,04	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
15	F	11,02	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
16	F	11,01	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
17	F	11,00	H H G G F H H	15.6+16.2+13.8+13.1+11.6+14.2+12.9 = 97.4	13,01
18	F	11,05	G G G H G H H	14.5+14+13.8+14.6+11.6+14.2+12.9 = 95.6	12,06
19	F	11,08	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
20	F	11,02	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
21	F	11,01	F G F F G H H	14.2+14+13.5+13.1+14.6+14.2+12.9 = 96.5	12,02
22	F	11,05	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
23	F	11,03	F G F G G H H	14.2+14+13.5+13.4+14.6+14.2+12.9 = 96.8	12,05
24	F	11,00	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
25	F	11,00	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
26	F	11,02	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
27	F	11,11	F G F F G H H	14.2+14+13.5+13.1+14.6+14.2+12.9 = 96.5	12,02
28	F	11,02	G H G G F H H	14.5+16.2+13.8+13.4+10.3+14.2+12.9 = 95.3	11,04
29	F	11,05	G H G G F H H	14.5+16.2+13.8+13.4+10.3+14.2+12.9 = 95.3	11,04
30	F	11,09	G H G G F H H	14.5+16.2+13.8+13.4+10.3+14.2+12.9 = 95.3	11,04
31	F	11,03	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
32	F	11,01	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
33	F	11,01	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08
34	F	11,00	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
35	F	11,05	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
36	F	11,08	E H G E F G H	13.5+16.2+13.8+11.8+10.3+14.2+12.9 = 92.7	10,03
37	F	11,02	H H F G F H H	15.6+16.2+13.2+13.4+10.3+14.2+12.9 = 95.8	11,07
38	F	11,01	G G G H G H H	14.5+14+13.8+14.6+11.6+14.2+12.9 = 95.6	11,06
39	F	11,05	G G G H G H H	14.5+14+13.8+14.6+11.6+14.2+12.9 = 95.6	11,06
40	F	11,03	H H F G F H H	15.6+16.2+13.2+13.4+10.3+14.2+12.9 = 95.8	11,07
41	F	11,00	H H F G F H H	15.6+16.2+13.2+13.4+10.3+14.2+12.9 = 95.8	11,07
42	F	11,00	H H F G F H H	15.6+16.2+13.2+13.4+10.3+14.2+12.9 = 95.8	11,07
43	F	11,02	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
44	F	11,11	H H F G F H H	15.6+16.2+13.2+13.4+10.3+14.2+12.9 = 95.8	11,07
45	F	11,03	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
46	F	11,04	F G F E G H H	14.5+14+13.5+11+14.6+14.2+12.9 = 94.7	11,01
47	F	11,03	H H G G F H H	15.6+16.2+13.8+13.4+10.3+14.2+12.9 = 96.4	11,02
48	F	11,01	H H G G F H H	15.6+16.2+13.8+13.4+10.3+14.2+12.9 = 96.4	11,02
49	F	11,02	G G G H G H H	14.5+14+13.8+14.6+11.6+14.2+12.9 = 95.6	11,06
50	F	11,00	G H G H F H H	14.5+16.2+13.8+14.1+10.3+14.2+12.9 = 96	11,08

Fuente: Directa, 2005 – 2006

Anexo 5 Cuadro de concentración para la edad dental

No.	Sexo	Edad cronologica	Estadio de Gemación	Sumatoria	Edad dental
1	M		GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10
2	M	11,02	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
3	M	11,08	GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10
4	M	11,00	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
5	M	11,02	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
6	M	11,08	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
7	M	11,08	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
8	M	11,11	GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10
9	M	11,10	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
10	M	11,08	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
11	M	11,02	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
12	M	11,00	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
13	M	11,02	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
14	M	11,11	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
15	M	11,01	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
16	M	11,04	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
17	M	11,00	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
18	M	11,00	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
19	M	11,08	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
20	M	11,08	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
21	M	11,11	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
22	M	11,10	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
23	M	11,08	GHDEFHH	$13.6+19.8+9.7+11+10+13.7+11.8 = 89.1$	10.1
24	M	11,00	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
25	M	11,11	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
26	M	11,04	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
27	M	11,08	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
28	M	11,02	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
29	M	11,08	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
30	M	11,10	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
31	M	11,04	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
32	M	11,02	GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10.1
33	M	11,08	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
34	M	11,02	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
35	M	11,02	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
36	M	11,08	FHGGFGG	$13.2+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.3$	9.8
37	M	11,10	GGEHFHH	$13.6+17.0+12.0+13.5+10+13.7+11.8 = 91.6$	10.8
38	M	11,11	GHDEFHH	$13.6+19.8+9.7+11+10+13.7+11.8 = 89.1$	10.1
39	M	11,10	GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10
40	M	11,03	GGEHFHH	$13.6+17.0+12.0+13.5+10+13.7+11.8 = 91.6$	10.8
41	M	11,02	GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10
42	M	11,11	GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10
43	M	11,00	GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10
44	M	11,02	GGEHFHH	$13.6+17.0+12.0+13.5+10+13.7+11.8 = 91.6$	10.8
45	M	11,00	GHDDFHH	$13.6+19.8+11+10.0+13.7+11.8 = 85.1$	9.2
46	M	11,05	GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10
47	M	11,06	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9
48	M	11,05	GGEHFHH	$13.6+17.0+12.0+13.5+10+13.7+11.8 = 91.6$	10.8
49	M	11,05	GHDEFHH	$13.6+19.3+9.7+11+10.0+13.7+11.8 = 89.1$	10
50	M	11,00	GEHHGHH	$13.6+19.3+13.2+12.7+10+11.7+8.2 = 88.7$	9.9

Fuente directa.: 2004 - 2005

XVI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. García AA. Interpretación de la radiografía carpal. Dentista y paciente 2003; 2(129) :7-10
2. www.dentalccocr.comm/es/revista/2001/art001/hoja001,002,003,004.html
3. García AA. Manual de interpretación de la radiografía carpal. México: Facultad de odontológica UNAM; 2002. 1-7
4. Villavicencio LJ. Ortopedia dentofacial. México: Actualidades médico odontológicas Latinoamérica. C.A;1974. 165 - 166
5. Vellini FF. Ortodoncia y diagnóstico y planificación clínica.Sao Paulo,Brasil: Artes Médicas Latinoamérica; 2002. 189 - 191
6. Bogin B. Pattern of human growth. Cambridge University Press. Cambridge: 1988. 134 - 137
7. Eveleth P, Tanner JM. Rate of maturation: population differences in skeletal, dental and pubertal development. En Eveleth P, Tanner. Worldwide variation in human growth. 2a. Ed. London: Cambridge University Press; 1990. 147 - 151
8. López C. Blanco M. Izaguirre, Espinoza I, Macías TC. Estudio longitudinal mixto del área metropolitana . Caracas-Venezuela:Arch Ven Puer Ped; 1986. 156-157
9. López BM. Crecimiento. La familia y el niño iberoamericano y del caribe. 1er simposio. Caracas: Exlibris; 1987. 181-183
10. López BM, Tovar EG, Farid CN, Landaeta JM, Méndez CH. Estudios comparados de la estatura y la edad de la menarquia según estrato socio-económico en Venezuela: Arch Lat Nutricion; 1981. 740-747
11. Melvin JB. Growth and maturation in introduction to physical developent.Cambridge Massachusetts: The university of Michigan Howard A Dogle publishing company; 1973. 68 -70
12. Mercado SE. Análisis metacarpal.Dentista y paciente 2000; 8(96): 34 -35

13. Maggy MD. Radiologic Anatomy. Pergaman. Cambridge: Press ;1965. 154-156
14. Sempé M., Pavia C. Maduración ósea: método auxorradiográfico. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.; 1994. 3 - 8
15. www.método de análisis esquelético por Todd” wzar.unizar. es/cursos/nutricion/d5.html
16. Águila JF. Crecimiento craneo-facial y ortopedia. España: Aguiram; 1993. 33-35
17. Mayoral J. Ortodoncia principios fundamentales y practica. 5ª Ed. Barcelona: Labor; 1986. 215-217
18. Villavicencio JA et al. Ortopedia dentofacial: una visión multidisciplinaria. México: Médico odontológicas; 1996. 161
19. Freitas D A, Edo JR. Radiología odontológica. 5ª Ed. Brasil: Artes médicas latinoamericana; 2002. 583, 591
20. Gómez LA. Diagnóstico en ortodoncia .Manual clínico. México: UAM Xochimilco; 1993. 116-117
21. Marques MM. Radiografía de la mano y muñeca. En: Vellini FF. Ortodoncia, Diagnóstico y planificación clínica. Brasil: Artes medicas Latinoamericana; 2002. 189-191
22. www.dentalccocr.com/es/revista/2001/art001/hoja001-004.ntml
23. www.cear.es/documentos/archivos/edadhtm#mecanismos
24. Lassirich, Prevot R, SchäferKH. Atlas de Roetgenografía pediátrica. Barcelona-Madrid: Labor, S.A.; 1963. 301-302
25. www.ortodoncia.ws/publicaciones/2005/indicadores_maduración_edad_ósea_dental_morfologica
26. Rakosi T, Irmtrud J. Atlas de ortopedia maxilar. México: Ediciones científicas y técnicas Masson, Salvat; 1992. 100 - 102
27. Hirsshaut M. El rol de la ortodoncia en odontología restauradora. Acta odontológica venezolana 1996; 34 (3)
28. Todd TW. Atlas of skeletal maturation. St. Louis, C.V.: Mosby. 1937. 89-100

29. Toad TE. Differential skeletal maturation in relation to sex, race variability and disease. Child development. St. Louis C.V.: Mosby. 1937. 49-52
30. Dong G. Lamparshi D.M. Determinación de la edad esquelética utilizando las vértebras cervicales. Pittsburgh: Manual publicado por la universidad de Pittsburgh; 1983. 43-46
31. Bujaldón DJ. Estudio preliminar sobre la validez del índice de maduración de las vértebras cervicales como herramienta diagnóstica para la planificación ortodóncica. RCOE 1998; 3(8) : 761-769
32. Marshall D. Radiographic correlation of hand, wrist and tooth Development. Dental Radiography and photography. 1974;49 (3): 53-56
33. Fishman L. Radiographic evaluation of skeletal maturation a clinically oriented method based on hand-wrist films. USA: The angle orthodontist; 1952. 52
34. Salzman. Assessment of skeletal age. En: Salzman JA. Practice of orthodontics. JB Lippincott Co; 1966. 64-65
35. Chapman SM. Ossification of the adductor sesamoid and the adolescent growth spurt. The angle orthodont; 1972. 236-238
36. Tofani M. Mandibular growth at puberty am J. Orthodont. ;1972. 62 (2): 23 - 25
37. Brown T. Skeletal maturity and facial growth assessment. Australian: orthodontic journal; 1970; 2 (3)
38. Ramsarupnandana. The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. Radiographic evaluation. USA: The angle orthodontist; 1980. 658-660
39. Bjork A.H. Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. USA: Angle orthodont; 1967. 37, 134-134
40. Bowden BD. Epiphyseal changes in the hand-wrist area as an indicator of adolescent. Stage. Australian orthodontic journal. 1989. 4(3): 15-16
41. Krogman WN. Biological timing and the dento-facial complex. J: dent child and the physical growth of children and appraisal studies. Australia: Development publication and Purdie university; 1956. 104-106

42. Tañer JM. Foetus into man. London: Open books Publ. LTD;1978. 156-158
43. Izaguirre EI, Marcías TC, Sileo E. Evaluación de la maduración, crecimiento, desarrollo, nutrición y adolescencia. En: López MB, Landeta MJ. Manual del crecimiento y desarrollo. Caracas Venezuela:SVPP;1991. 9-12
44. Rojas EG. Tesina " Análisis metacarpal". México: Facultad de odontología UNAM; 1998. 72
45. Quiroz F.G. Tratado de Anatomía humana .Tomo 1. Aparato tegumentario, osteología, artrología y miología, 29ª- Ed. México D.F.: Porrúa; 1989. 144 - 150
46. www.fhuce.edu.uy/antrop/cursos/abio/practicos/extremimg/mano.htm
47. Mejía R. Investigación nacional de morbilidad oral. Cronología de la erupción dentaria. Colombia: Ministerio de salud pública y asociación de facultad de medicina; 1971: 35-37
48. Bjork, Grave y Brown, Maduración y predicción de talla. Atlas y métodos numéricos. Madrid: Editorial Díaz de Santos, S.A.; 1991. 46-47
49. Greulich WW, Pyle SI. Radiographid atlas of skeletal development of the hand wrist. Palo alto: stanford University Press, 1959. 1815-1816
50. Quirós OJ. Manual de ortopedia funcional de los maxilares y ortodoncia interceptiva. Caracas- Venezuela: Actualidades medico odontológicas litinoamica, C.A.; 1993. 33-38
51. Romo R. Sánchez R, García J. Cronología de erupción dentaria. PO 1995; 16(10): 8
52. Esponda R. Anatomía dental. 6ª. Ed. México: Editorial UNAM;1981. 98-102
53. Angelis D Embriología y desarrollo bucal. Ortodoncia . México: Nueva editorial interamericana; 1978. 24-26
54. Diamond. Anatomía dental. 2ª edición. México: Editorial UTEHA; 1962. 49
55. Finn B. Odontología pediátrica. 4ª Ed. México: Editoria Interamericana; 1977. 43-44
56. Kurliandski Y. Estomatología ortopédica. 2ª ed. Moscu: Editorial Mier; 1979. 87

57. Taboada AO, Medina GJ. Cronología de la erupción dentaria en escolares de una población indígena del Estado de México. ADM 2005; 62(3): 94-96
58. Andrade J. Cronología de erupción de la primera dentición en niños mexicanos PO 1986; 4(7): 27 – 29
59. Dimirjian A., Goldsten H. Tañer J. A new system of dental age assessment. Cambridge: Hum Biol.; 1973. 42, 211
60. García OL. Maduración ósea dental y cronológica en niños con Síndrome de Down. Dentista y paciente 2000; 8(99). 27 -29