

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ORTODONCIA

DISTINTOS MÉTODOS DE
EVALUACIÓN DE LA EDAD ESQUELÉTICA.

Trabajo especial de grado
presentada ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Od. Carlos E. Bello D, para
optar al título de especialización en
Ortodoncia.

Caracas. Junio, 2002

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ORTODONCIA

DISTINTOS MÉTODOS DE
EVALUACIÓN DE LA EDAD ESQUELÉTICA.

Autor: Carlos E. Bello D.
Tutor: Irama Rojas.

Caracas, Junio 2002

Veredicto

Aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela por
el siguiente jurado examinador:

Coordinador. Prof. Irama Rojas

C.I: 4.168.169

Firma

Prof. Yolanda O. De Malavé

C.I: 3.182.729

Firma

Prof. Omar Betancourt

C.I: 3.706.834

Firma

Observaciones: _____

Caracas, Junio 2002

Agradecimientos

A la Dra. Irama Rojas:

Por ser excelente e incondicional profesora y amiga y que en los momentos mas duros me dio su apoyo y confianza; siempre le estaré agradecido.

A la Dra Yolanda O. De Malavé.

Por ser excelente persona y profesora, por haber transmitido todos sus conocimientos durante este largo periodo y por haberme ofrecido toda su ayuda en los momentos más complicados de mi vida.

Al Dr. Omar Betancourt.

Por ser un buen profesor y amigo; por haber proporcionado valiosos consejos durante mi preparación en el post-grado.

A mis compañeros de post-grado

Agradezco a Luis Marval, Zulma Crespo, Eduardo Páez, Hugo Campos, Carlos Puche y Cristina Costa por su apoyo incansable en los momentos mas difíciles durante el curso.

Al Dr. Raúl Ulloa y Dra. Zaida Santiago de Ulloa:

Por ser incondicionales personas y haberme aconsejado y orientado humana y profesionalmente en este mundo de la Ortodoncia; siempre los tendré presente.

A la Facultad de Odontología

Por haberme dado la oportunidad de crecer profesionalmente durante un largo periodo de mi vida y por haberme ofrecido su ayuda cuando más lo necesité.

Dedicatoria

A mis padres, que con muchos sacrificios hicieron posible mi educación.

A mi esposa, por haberme ofrecido su amor, tolerancia y apoyo en el logro de mis metas.

A mi tía y madrina Milagros, quien ya no esta con nosotros, le dedico este trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	2
2. CONCEPTOS BÁSICOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO.	3
I. CRECIMIENTO	4
II. DESARROLLO	4
III. PATRON DE CRECIMIENTO	5
IV. MADURACIÓN,	9
Nivel de maduración	10
Tasa de maduración	12
V. INDICADORES DEL NIVEL DE MADURACIÓN	15
A-.EDAD CRONOLÓGICA	15
B-.EDAD BIOLÓGICA:	15
B-1. Edad Somática	15
B-2. Edad sexual	17
B-3. Edad Dentaria	19
B-4. Edad esqueletica o edad ósea	22

3. DISTINTOS ANÁLISIS EMPLEADOS PARA DETERMINAR LA EDAD ESQUELÉTICA O EDAD ÓSEA.	38
3.1 ANALISIS DE GREULICH Y PYLE (1959)	39
3.2 ANALISIS DE BJÖRK, (1972) Y GRAVE Y BROWN (1976)	42
3.3 ANALISIS DE LEONARD. FISHMAN (1982)	50
3.4 ANALISIS DE TANNER Y WHITEHOUSE (1962-1975-2000)	55
3.5 ANALISIS DE LAS VERTEBRAS CERVICALES	65
4. CONCLUSIONES	73
5. BIBLIOGRAFÍA	75

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1	5
Figura 2	6
Figura 3	7
Figura 4	8
Figura 5	11
Figura 6	19
Figura 7, A-B	25
Figura 8, A-B	26
Figura 9	27
Figura 10, A-B-C	27
Figura 11, A-B-C	28
Figura 12, A-B-C	28
Figura 13	29
Figura 14	30
Figura 15, A-B-C	31
Figura 16	32
Figura 17, A-B-C	32
Figura 18, A-B-C	33
Figura 19, A-B-C	33
Figura 20, A-B-C	34
Figura 21, A-B-C	34

Figura 22, A-B-C	35
Figura 23, A-B-C	35
Figura 24, A-B-C	36
Figura 25, A-B-C	36
Figura 26, A-B-C	37
Figura 27, A-B	41
Figura 28	42
Figura 29	43
Figura 30	43
Figura 31	44
Figura 32	45
Figura 33	46
Figura 34	47
Figura 35	47
Figura 36	48
Figura 37	48
Figura 38	50
Figura 39	51
Figura 40	52
Figura 41	54
Figura 42, A-B	57
Figura 43	67
Figura 44	70

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1	49
Tabla 2, A-B	58
Tabla 2, C-D	59
Tabla 3	60
Tabla 4, A-B	61
Tabla 4, C	62
Tabla 4, D	63

RESUMEN

La maduración esquelética y su evaluación a través de diferentes métodos ha sido reconocido por numerosos profesionales de la salud y en nuestro campo, los ortodoncistas y odontopediatras, para determinar el tipo de tratamiento adecuado en las correcciones de las maloclusiones y para elegir el momento más oportuno para iniciarlo, partiendo de la premisa que el crecimiento puede ser aprovechado para facilitar la corrección del problema. De allí la importancia de determinar el nivel de maduración del individuo que acude a la consulta, el cual puede hacerse a través de diferentes indicadores, siendo la edad ósea obtenida a través de la radiografía carpal la más usada, por ser mas exacto y confiable.

INTRODUCCIÓN

Desde el nacimiento hasta la adultez se producen modificaciones craneofaciales importantes asociadas a los procesos normales de crecimiento y desarrollo del individuo, de allí la importancia de determinar algunos eventos de gran utilidad como lo es el nivel de maduración cuando se desea tratar algunas maloclusiones en pacientes preadolescentes con maloclusiones producidas por alteraciones del crecimiento de los maxilares, el cual se intenta modificar por medio de diferentes terapias.

En esta perspectiva teórica y teniendo en consideración la importancia desde el punto de vista clínico de determinar cual es el momento óptimo para iniciar un tratamiento ortodóncico u ortopédico, partiendo de la premisa que el crecimiento el individuo puede ser aprovechado para conseguir la máxima acción ortopédica en el mínimo tiempo y favorecer así la corrección del problema, se plantea el siguiente trabajo cuyo objetivo es presentar los diferentes métodos usados para determinar el nivel de maduración del individuo haciendo énfasis en la determinación de la edad ósea a través de la radiografía carpal ya que es el método mas usado en la practica clínica diaria.

Este método se basa en el concepto que los cambios óseos observados en la mano y muñeca, representan significativamente el crecimiento general y craneofacial del individuo a diferencia de otros indicadores que no son muy confiables por la gran variabilidad encontrada en individuos de la misma edad cronológica .

Para la realización del presente trabajo se presentará una revisión de los diferentes indicadores del nivel de maduración del individuo así como también de los diferentes métodos utilizados para su determinación, su aplicación clínica y las posibles limitaciones de su uso, enfatizando la importancia de la edad ósea a través del análisis carpal.

CONCEPTOS BÁSICOS DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento y desarrollo cráneo facial, son procesos morfológicos y genéticos encaminados hacia la obtención de un estado de equilibrio funcional y estructural entre las distintas partes del tejido duro y blando que conforman la región cráneo facial y el cual perdura para mantener el equilibrio en la edad adulta y la vejez, ante las relaciones y circunstancias externas e internas tan cambiantes que tratan de alterar esas situaciones.

Ambos procesos son prácticamente inseparables. Para Todd,¹ "el crecimiento es aumento de tamaño mientras que el desarrollo es el progreso hacia la madurez", pero cada uno se vale del otro y varía considerablemente desde la niñez hasta la adultez periodo en el que se producen modificaciones importantes de allí la importancia que tiene para el odontólogo y en particular el especialista en ortodoncia y odontopediatría, conocer estos eventos que ocurren normalmente a nivel cráneo facial, lo cual le servirá de base para diagnosticar y tratar las maloclusiones que puedan presentarse durante la vida del individuo, sobre todo en pacientes en periodo de crecimiento el cual se intenta modificar por diferentes alternativas de tratamiento, bien sea ortodóncico, ortopédico o quirúrgico, de allí, que para la realización del presente trabajo es importante definir algunos

conceptos básicos relacionados al crecimiento, desarrollo y maduración del individuo.

I. CRECIMIENTO

El crecimiento físico o somático, es considerado como el aumento de las dimensiones de la masa corporal, debido a la hipertrofia e hiperplasia de los tejidos constitutivos del organismo. Posee un carácter cuantitativo y puede ser medido.²

El crecimiento puede resultar de un incremento en la talla, cambios en las forma, textura, etc., pero siempre de tipo cuantitativo.³⁻⁴

II. DESARROLLO.

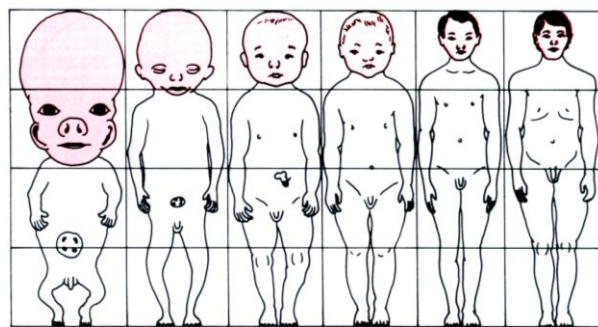
Es el proceso mediante el cual ocurren cambios estructurales de tipo cualitativo, que aumentan la complejidad de la organización e interacción de todos los sistemas del organismo. La base de estos eventos es la diferenciación celular que conlleva al perfeccionamiento de la capacidad funcional.³

Los cambios estructurales evidenciados pueden ser de tipo morfológico, por variaciones en la forma del cuerpo debido a un crecimiento diferencial; histológicos, asociados a modificaciones de la estructura celular que conlleva a la diferenciación de los tejidos

para que cumplan funciones mas específicas como por ejemplo el tejido glandular, sexual y otros; químicos, estrechamente relacionados con los histológicos, donde sé evidencian las variaciones en las proporciones químicas de los componentes de los tejidos que ocurren en diferentes etapas de la vida.³

III. PATRON DE CRECIMIENTO

Durante el crecimiento y desarrollo normal, se presentan cambios en las proporciones corporales. En el período fetal, hacia el tercer mes de desarrollo intrauterino, la cabeza representa casi el 50% de la longitud total del cuerpo. En esa fase, el cráneo es grande en relación con la cara y representa más de la mitad del tamaño total de la cabeza. Al momento del nacimiento, el tronco y las extremidades crecen más rápido que la cabeza y la cara, de manera que proporcionalmente la cabeza disminuye hasta representar el 30% del total del cuerpo. El patrón general de crecimiento sigue generalmente esas mismas pautas, con la reducción progresiva del tamaño relativo de la cabeza, hasta llegar al 12% en el adulto,² Fig. 1.



Feto Feto Nacimiento 2 años 12 años 25 años
(2 meses) (4 meses)

Fig. 1. Representa los cambios en las proporciones corporales generales durante el crecimiento y desarrollo normal. Tomado de Proffit, 1994.

Otro aspecto del patrón normal del crecimiento, es que no todos los órganos y tejidos del cuerpo crecen al mismo ritmo. Las bien conocidas curvas de crecimiento originalmente presentadas por Scammon, tomada de Proffit.² demuestran los diferentes patrones de crecimiento para los tejidos nerviosos y linfáticos, los órganos genitales y el cuerpo en general. Fig. 2.

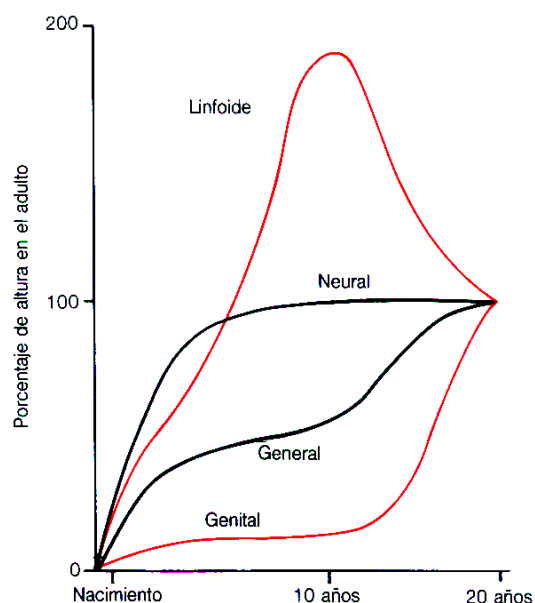


Fig 2. Representa la curva de Scammon de los cuatro tejidos individuales del organismo. Tomado de Proffit, 1994.

Como puede observarse en la Fig. 2, el crecimiento del tejido neural casi se ha completado hacia los 6 o 7 años de vida. El crecimiento general, que comprende los músculos, huesos y vísceras, sigue una curva en forma de S, con una disminución visible del ritmo de crecimiento en la niñez y una aceleración durante la pubertad. El

tejido linfoide prolifera, superando a finales de la infancia la cantidad de tejido de la etapa adulta y sufriendo posteriormente una involución que coincide con la rápida aceleración del crecimiento de los tejidos genitales.²

El crecimiento craneo facial está representado por la diferencia entre las curvas de crecimiento neural y de crecimiento general del cuerpo. Una posición intermedia entre estas dos curvas es la que mejor representa el crecimiento de la cara y los maxilares.⁵ Fig. 3.

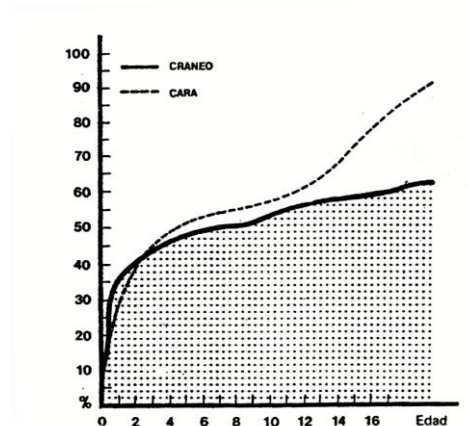


Fig 3. Representa el crecimiento de la cara y los maxilares. Tomado de Cannut,1988.

Durante la maduración del individuo, se pueden observar diferentes etapas o períodos delimitados en el proceso, encontrándose tres picos de aceleración del crecimiento: el primero ocurre aproximadamente desde el nacimiento hasta los tres años de edad; el segundo es observado entre los 6 y 7 años en niñas y de 7 a 9 años en niños y el tercero o circumpuberal, ocurre cercano a la

pubertad aproximadamente de 10 a 12 años en hembras y de 12 a 14 años en varones. Este último pico es el periodo de máxima aceleración de crecimiento óseo, y se relaciona con la aparición de los caracteres sexuales secundarios. Entre esos períodos, se encuentran etapas de desaceleración, en las cuales se produce un crecimiento lento.⁶ Fig. 4.

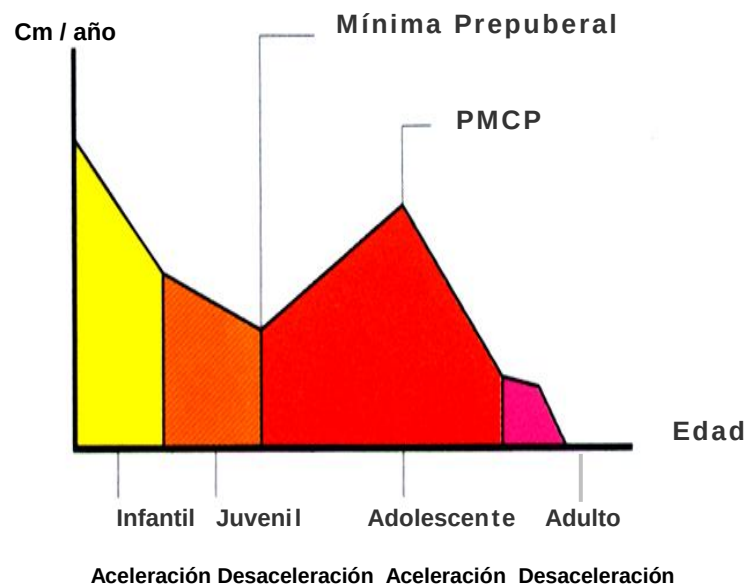


Fig. 4. Variación de la velocidad de crecimiento de acuerdo al periodo de desarrollo. Tomado de Canut, 1988.

IV. MADURACION.

Burstone,⁶ se refiere al proceso de desarrollo enfocado hacia la formación del esqueleto y en particular del complejo craneofacial, mientras que para Enlow,⁷ son los cambios ocurridos con la edad, cuando un órgano determinado ha alcanzado su mayor grado de perfeccionamiento funcional y representa el crecimiento acumulado a través de los años.

De acuerdo con esto, los individuos pasan por diferentes estadios que implican un grado creciente de maduración teniendo cada uno de ellos su propio ritmo que ha sido denominado "Tiempo de crecimiento"⁸ dentro de cual se encuentran individuos que teniendo la misma edad cronológica crecen más rápidamente, otros con lentitud y el resto, a un ritmo promedio. De lo que puede deducirse que existe gran variación morfológica y funcional en individuos de la misma edad.⁷

La maduración es un proceso complejo que se produce en numerosos órganos y sistemas de manera simultánea pero no uniforme, lo que dificulta la determinación de un método general mediante el cual se pueda cuantificar el grado de maduración alcanzado por el individuo, por lo que se hace necesario precisar y definir algunos eventos que ocurren localmente en determinados tejidos, entre estos: el crecimiento general, la menarquia y el

desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, la formación y erupción dentaria, la mineralización de determinadas epífisis óseas, lo que originó diversos métodos de evaluación de la maduración biológica como: edad somática, edad sexual, edad dentaria y edad ósea o esquelética y que serán descritos posteriormente. ⁷

Es importante destacar dos conceptos como son: **nivel de maduración y tasa de maduración.**

NIVEL DE MADURACION

Según Burstone⁶ y Enlow⁷, se refiere al momento en que se encuentra un individuo en relación a su crecimiento total. En otras palabras, establece cuánto le falta al individuo para completar su crecimiento o cuánto de él ha ocurrido hasta ese momento. Este concepto puede ser demostrado graficando en una curva el incremento de tamaño de una estructura en la unidad de tiempo (eje y) en relación a su edad cronológica (eje x). El porcentaje de crecimiento es medido en milímetros o grados por año y describe el crecimiento por unidad de tiempo. Otros términos que describen el porcentaje de crecimiento son **incremento y velocidad de crecimiento**; la Fig. 5, representa la curva de crecimiento de la dimensión nasion-gnation (N-GN) de un niño ésta es parecida a la de crecimiento general ya descrita en la Fig. 4. Si se desea determinar su nivel de maduración a los 10 años por ejemplo, debe evaluarse

cuanto crecimiento ha ocurrido hasta ese momento,(Fig. 5-A) o cuanto le falta por crecer para llegar a un punto específico como pudiera ser el pico máximo de crecimiento puberal (PMCP), (Fig. 5-B) o hasta la edad adulta, el cual es el punto de la curva cuando el crecimiento ha disminuido, (Fig. 5-C). Estas son algunas de las referencias que se utilizan para determinar el nivel de maduración del individuo, Fig.5.

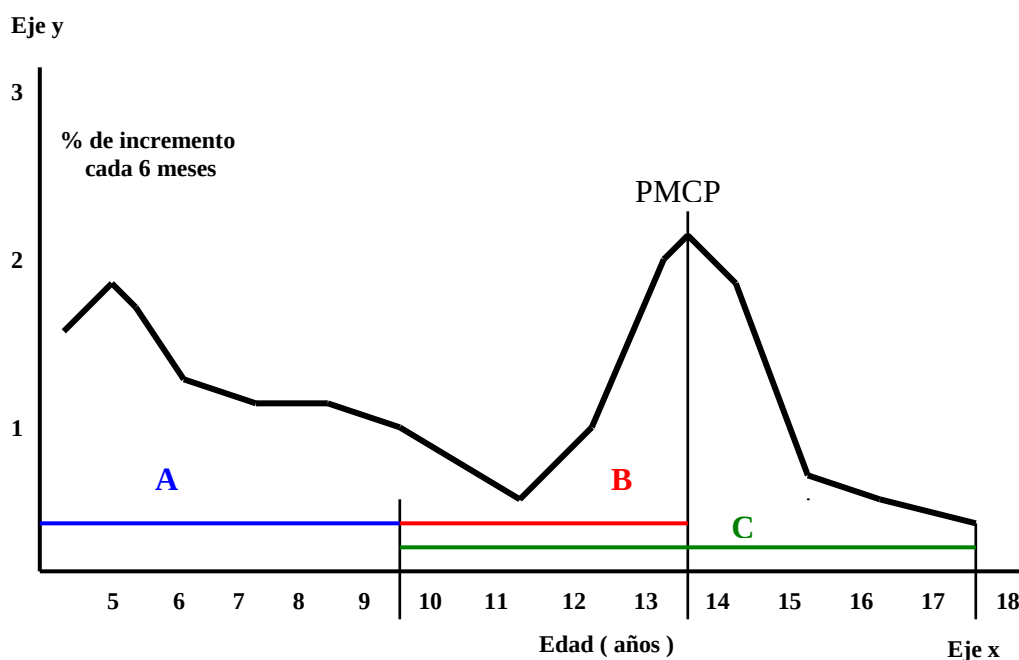


Fig. 5 . Representa la curva de crecimiento de la dimensión Nasion-Gnathion. Modificada de Burstone, 1963 .

La importancia de determinar el nivel de maduración es que permite de alguna manera cuantificar por una parte, el crecimiento acumulado en el tiempo y por otra, el potencial de ese crecimiento remanente que pueda quedarle al individuo, de tal manera que desde

el punto de vista práctico permite determinar cual es el momento mas oportuno para iniciar un tratamiento ortodóncico, ortopédico o quirúrgico así como también permite explicar las posibles causas de la recidiva de las maloclusiones ya tratadas.⁶

De acuerdo con esto, Burstone,⁶ cita que hay especialistas en ortodoncia que consideran que el momento optimo para realizar tratamientos Ortodóncicos u Ortopédicos es cuando el individuo se encuentra en el Máximo pico de crecimiento puberal (PMCP) o cercano a él. Las ventajas de realizar el tratamiento de ortodoncia en esta etapa es porque existe mayor producción hormonal que puede favorecer el potencial de crecimiento el cual, si es favorable, ayudará a la corrección de la maloclusión, ya que permite disminuir la cantidad de movimiento dentario necesario para corregirlo y si es desfavorable, puede frenarse o redirigirse hacia vectores de crecimiento normal siempre y cuando se utilicen las técnicas adecuadas.

TASA DE MADURACION.

Para Burstone ⁶ implica la variación individual que puede existir en cuanto al tiempo en que se inicia el PMCP u otro estado de desarrollo y la magnitud de ese crecimiento.

Este concepto se ha aplicado principalmente para determinar la estatura del cuerpo y pudiera usarse como guía para predecir el de la cara, ya que ambos procesos están correlacionados.

Debido a que muchos niños maduran mas rápido que otros, es conveniente clasificar la tasa de maduración en base al inicio del PMCP o en cuanto a la velocidad de ese crecimiento y de acuerdo con esto, se tiene: a) el madurador promedio seria aquel cuya velocidad pico es alcanzada aproximadamente al mismo tiempo que otros niños de su propio grupo de edad, b) el madurador temprano lo alcanzaría antes y c) el madurador tardío un poco después.

En cuanto a la magnitud de ese crecimiento se ha demostrado que los maduradores promedio y tempranos tienden a tener mayor proporción de crecimiento, mientras que los tardíos, muestran disminución en la pubertad.⁶

Desde el punto de vista clínico, el ortodoncista tiene un problema difícil de resolver, ya que tiene que hacer una predicción del nivel y tasa de maduración del individuo antes que el crecimiento sea completado y la mayoría de las veces con registros inadecuados del crecimiento que ya sucedió.⁶

Como una aplicación clínica de estos conceptos, el trabajo de Woodside y cols.⁹ puede usarse como referencia. Estos autores, estudiaron longitudinalmente el crecimiento de la mandíbula en un grupo de niños de ambos sexos con maloclusiones clase II y encontraron que el PMCP aparece entre los 10-13 años en Hembras y 13-17 años en varones, así como también, otros brotes secundarios que aparecen antes y que ponen de manifiesto que el ritmo de crecimiento no es uniforme, sino que manifiesta ciertas fases en las que el crecimiento se acelera notoriamente y otras en las que la velocidad es más lenta. Se evidencia también una diferencia en el momento en que se inicia el mayor crecimiento de los maxilares y el tiempo que perdura en relación al sexo ya que en los varones se inicia mas tardíamente y perdura por mas tiempo, lo cual es importante y tiene un significado clínico relevante porque determina los períodos en que es aconsejable tratar para conseguir una máxima acción ortopédica en el mínimo tiempo. La diferencia cuantitativa en el ritmo de crecimiento entre el maxilar y la mandíbula puede ser aplicado para aprovechar ese brote de crecimiento en el tratamiento de las maloclusiones clase II.

V. INDICADORES DEL NIVEL DE MADURACIÓN

Para obtener el nivel de maduración de un individuo se han utilizado diversos indicadores clínicos, que sirven de guía para su evaluación y entre ellos se encuentra:

A. Edad cronológica: Es la edad en años y el tiempo transcurrido desde el nacimiento o concepción hasta el momento actual, debido a la gran variabilidad observada entre individuos de la misma edad cronológica, la misma no suele ser considerada un buen indicador del nivel de maduración de un individuo.²

B. Edad Biológica: Es aquella que se determina por la aparición de uno o varios eventos tisulares que son de carácter irreversibles y puede ser evaluada a través de la edad somática, edad sexual, edad dental y edad esquelética.²

B.1. Edad somática:

Desde tiempos pasados se ha utilizado la determinación de altura y peso corporal como indicador del nivel de maduración, siendo uno de los procesos que se emplea rutinariamente en la consulta de medicina pediátrica.⁷

Existen tablas en las que se establecen medidas promedio de estatura y peso de la población según edad y sexo y los valores individuales son comparados con la misma para determinar si el individuo está adelantado o no en su proceso de maduración. La diversidad genética, los estados nutricionales y los variados grupos sociales hacen de estas tablas unas referencias poco confiables.

Proffit,² ha descrito la importancia del somatotipo en relación al crecimiento facial; La altura del cuerpo comparada con su anchura determina el somatotipo, el cual se ha clasificado en: **ectomorfo**: individuos altos y delgados por lo general presentan un desarrollo temprano; **mesomorfo**: individuos con buena proporción corporal y de desarrollo normal y **endomorfo**: individuos bajos y gruesos, con un desarrollo tardío. Las personas relativamente altas para su edad son producto de un desarrollo precoz, mientras que aquellos que tienden a ser bajos para su edad tienden a desarrollarse tardíamente.

Sin embargo, las generalizaciones de este tipo no son muy confiables debido a las excepciones presentes. La evaluación de las características morfogenéticas para la predicción del crecimiento constituye un recurso adicional de valor limitado.

En relación al dimorfismo sexual, Burstone,⁶ considera que las hembras, tienden a madurar mas temprano que los varones; en

general puede decirse que existe una diferencia aproximadamente de 2 años entre ambos sexos en relación al PMCP, lo que podría explicar algunas de las diferencias en la respuesta clínica al tratamiento de cualquier maloclusión que se observa en niños y niñas tratados durante la adolescencia; en los varones puede iniciarse el tratamiento ortopédico mas tardíamente y por un tiempo mas prolongado que en las hembras.

B.2. Edad sexual:

Está representada por el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios que coinciden con la época de la pubertad, cuando ocurren cambios hormonales rápidos cuyos efectos pueden ser detectados en todo el organismo. La aparición de los caracteres sexuales secundarios, en particular el inicio de la menarquia en las hembras, es un evento relacionado íntimamente con los cambios dimensionales ocurridos en el esqueleto general y cráneo facial, sugiriendo que en la mayoría de los casos el pico máximo de crecimiento puberal ya ha ocurrido, por lo tanto, el desarrollo sexual es de poco valor para determinar el estado de desarrollo del individuo.¹⁰

Burstone⁶ y Proffit,² consideran que en la pubertad, se producen cambios hormonales marcados, los cuales son reflejados a través del

cuerpo. Son evidentes los rápidos aumentos en estatura corporal, al igual que en los huesos de la cara, particularmente en la mandíbula, el sistema reproductivo se está desarrollando y las características sexuales secundarias empiezan a aparecer.

Águila y cols.¹¹ sugieren tomar en cuenta una serie de eventos que tienen un evidente lugar durante la adolescencia, en las niñas ocurre desarrollo de la cadera y mamas, aparición del vello pubiano y la menarquia y en los varones ocurre mayor desarrollo de los genitales , la barba y cambio de voz, entre otros eventos.

Específicamente en relación a la menarquia, la Fig 6 muestra los patrones típicos del desarrollo de la estatura en hembras así como también la relación entre el PMCP y el tiempo de aparición de la menarquia. Puede notarse que las hembras que maduran temprano o precozmente tienden a tener la menarquia en edad mas temprana que en las que son maduradores promedio y tardío y que ese evento ocurre posterior al PMCP pero muy cercano a el. En el caso de las que maduran tempranamente puede deducirse que les queda mayor potencial de crecimiento que las que maduran tardíamente, las primeras experimentarán mas crecimiento después de la menarquia que las segundas, y esto es importante para diseñar el tipo de

tratamiento ortodóncico en caso de ser necesario y decidir el momento óptimo para aplicarlo.²

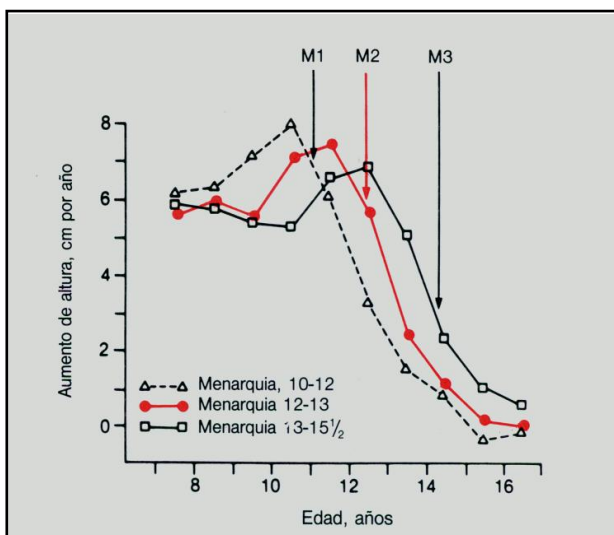


Fig. 6. Curva de velocidad de crecimiento para niñas de maduración precoz, normal y tardía. Tomado de Proffit, 1995

Desde el punto de vista clínico, la evaluación de las características sexuales secundarias no es guía práctica para evaluar el nivel de maduración de un individuo, ya que indica retrospectivamente que el PMCP y por ende el potencial de crecimiento del individuo ya ocurrió.²

B.3. Edad dental:

El análisis de la dentición es otra manera de evaluar el nivel de maduración de un individuo. El desarrollo dental puede ser determinado por la formación radicular y la erupción dentaria. La validez de utilizar la dentición como un indicador de la maduración aumenta considerablemente cuando se utiliza la calcificación en vez

de la erupción dentaria. Esto es debido a que durante su formación, el diente está menos sometido a la acción de los elementos ambientales, tales como patologías gingivales y/o anquilosis, pérdida dentaria prematura, y otros; Además, en cada examen radiográfico pueden ser estudiado varios dientes a la vez mientras que la erupción es una fase específica de corta duración y rara vez es observada en mas de dos dientes.⁷

La edad dentaria del paciente puede establecerse comparando el patrón de erupción y la cantidad de desarrollo radicular de los dientes en formación con el que es de esperar para una edad determinada y el nivel de maduración dentaria es de particular importancia para detectar los cambios evolutivos de una dentición en desarrollo.¹²

Existen estudios como el de Nolla, citado por Toledo¹³ que estableció edades promedio de erupción intrabucal de la dentición temporal y permanente para hembras y varones, Toledo¹³ realizó un análisis transversal del desarrollo dental y óseo y demostró que cuando el segundo molar inferior tenía la mitad de la raíz formada esta próximo el PMCP. Por su parte, esta el trabajo realizado por Coutinho citada por Toledo¹³ observó que cuando el canino mandibular se encuentra en una etapa donde la longitud de la raíz es igual o mayor que la corona falta aproximadamente de seis meses a

1 año para el PMCP y en etapa previo al cierre apical el individuo se encuentra en el PMCP.

Sutow y cols,¹⁴ concluyeron que los niños con mayor número de dientes permanentes erupcionados eran esqueléticamente más avanzados. Falkner¹⁵ encontró que los niños de baja estatura tienen una erupción dentaria más rápida que los más altos. Pero Robinow¹⁶ trató de establecer la correlación entre la erupción de la dentición temporal (edad dentaria), osificación de las epífisis y diáfisis (edad ósea), talla y peso (edad somática) y edad cronológica y no demostró correlación significativa entre dichos parámetros.

Garn y cols.¹⁷ describieron alta correlación entre el grado de formación de los segundos molares permanentes y la maduración ósea, así como también con la edad cronológica. Pero no la encontraron entre erupción dentaria y aparición de la menarquia o edad sexual.

De esto se deduce que existe mucha discrepancia en la literatura en relación al tipo de indicador utilizado en cada estudio, la presencia o no de correlaciones entre ellos de allí la importancia de seguir investigando en este aspecto para tratar de unificar los criterios y evitar las controversias presentes.⁷

B.4. Edad esquelética o edad ósea:

La edad ósea se basa en la evaluación de diversos eventos de maduración y desarrollo, que aparecen de forma regular y secuencial durante la madurez ósea, principalmente en los huesos de la mano y muñeca y en algunas vértebras cervicales, vistos en la radiografía carpal y en la cefálica lateral respectivamente, que se comparan con distintos patrones de evaluación establecidos por sexo y edad, para tratar de predecir el crecimiento que tendrá el individuo en el futuro.¹⁸

La edad esquelética se determina hasta el noveno año de vida, inicialmente por el grado de mineralización de los huesos de la muñeca (carpo) y posteriormente por el desarrollo de los huesos metacarpianos y las falanges.¹⁹

Teóricamente cualquier parte del cuerpo puede ser empleada en la determinación de la "edad esquelética u ósea", pero en la práctica, la mano y el carpo son las mas utilizadas, especialmente después del primer año de vida, debido a que poseen un gran número de huesos en desarrollo, por lo que resulta posible el seguimiento de los cambios a través de los años, a medida que el individuo crece. Además, se facilita su exámen con un mínimo de exposición radiográfica comparada con la necesaria para el resto del cuerpo, aún cuando en un sentido práctico la mano y el carpo no pueden ser

tomados como representativos de la maduración ósea de todo el organismo presentando limitaciones que se basan fundamentalmente en la gran variación individual a la que está sometida la osificación de los huesos de la región carpal, así como también a la técnica radiográfica en sí, ya que se requieren buenas radiografías para facilitar su interpretación, la cual además tiende a tener un componente subjetivo pues se basa en comparaciones. A pesar de estas limitaciones; la determinación de la edad esquelética a través de la radiografía de la mano, es el método mas confiable.¹⁹

Prior (1904) citado por Greulich y Pyle¹⁹, fué uno de los primeros investigadores en darse cuenta de la importancia biológica de la variable densidad ósea en las radiografías de manos infantiles y estableció tres principios importantes:

1. Los huesos de las niñas se osifican antes que los del niño.
2. Independientemente de las variaciones que ocurren dentro de la normalidad, la osificación es simétrica.
3. La variación en la osificación de los huesos es un rasgo hereditario.

Luego de Prior, siguieron los estudios realizados en colaboración con Roch, en 1909, quienes concluyeron que: "la muñeca puede aceptarse como un testimonio bastante fidedigno del desarrollo general".⁷

Se destacan estudios posteriores realizados por numerosos investigadores como Howard (1928); Tood (1937), quien creó un atlas que se considera predecesor al de Greulich y Pyle (1959), Tanner y Whitehouse (1962-1975-2000); Björk (1963-1972); Earl Bergensen (1972); Grave y Brown (1976); Taranger y Hagg (1976 y 1980); Fishman, (1979-1982-1987), los cuales realizaron métodos de evaluación ósea con diferentes técnicas para lograr un mayor grado de precisión y objetividad.

Quizás el método de evaluación de la "edad ósea" más conocido es el Atlas de Greulich y Pyle (1959) y el de Tanner y Whitehouse, que tuvo su primera versión en 1962 conocida como TW-1; una segunda versión el TW-2 en 1975; y una ultima versión perfeccionada y actualizada en el 2000, el TW-3.⁷

Para realizar correctamente la interpretación de la radiografía carpal, es necesario conocer previa y detalladamente las características anatómicas de los diferentes componentes óseos de la mano y muñeca, para la cual se presentará a continuación una secuencia que muestra la imagen correspondiente desde el punto de vista anatómico , radiográfico y esquemático de los diferentes huesos de la mano y muñeca.²⁰

LA MANO

En ella, se describirán los centros de osificación mas usados en los dedos, falanges , metacarpo y carpo. Fig. 7,A-B

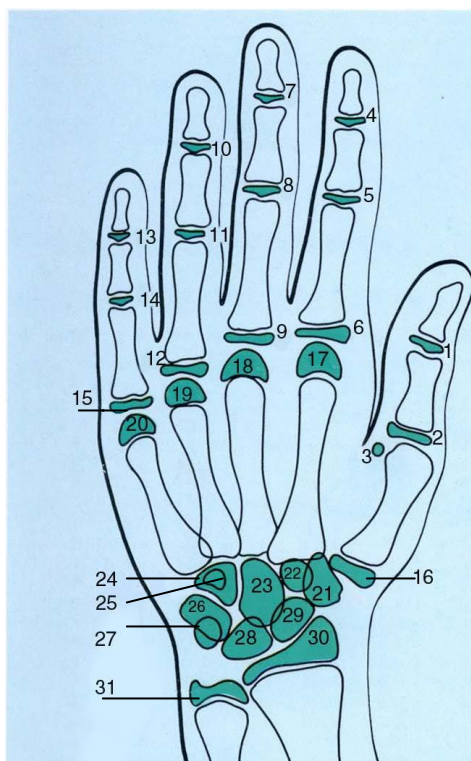


Fig. 7-A. Esquema de la mano y muñeca. Tomado del Atlas de Rakosi, 1992.



Fig. 7-B. Radiografía de la mano y muñeca, representando las falanges, metacarpo, carpo y muñeca. Tomado del Atlas de Rakosi, 1992

- 1- Epífisis de la falange distal del pulgar.
- 2- Epífisis de la falange proximal del pulgar.
- 3- Hueso sesamoideo aductor.
- 4- Epífisis de la falange distal del dedo índice.
- 5- Epífisis de la falange media del dedo índice.
- 6- Epífisis de la falange proximal del dedo índice

- 7- Epífisis de la falange distal del dedo medio
- 8- Epífisis de la falange media del dedo medio
- 9- Epífisis de la falange proximal del dedo medio
- 10- Epífisis de la falange distal del dedo anular
- 11- Epífisis de la falange media del dedo anular
- 12- Epífisis de la falange proximal del dedo anular

- 13- Epífisis de la falange distal del dedo meñique
- 14- Epífisis de la falange media del dedo meñique
- 15- Epífisis de la falange proximal del dedo meñique
- 16- Epífisis del primer hueso metacarpiano
- 17- Epífisis del segundo hueso metacarpiano
- 18- Epífisis del tercer hueso metacarpiano
- 19- Epífisis del cuarto hueso metacarpiano

- 20- Epífisis del quinto hueso metacarpiano
- 21- Trapecio
- 22- Trapezoides.
- 23- Hueso Grande
- 24- Ganchoso
- 25- Apófisis unciforme del ganchoso
- 26- Piramidal
- 27- Pisiforme
- 28- Semilunar
- 29- Escafoides
- 30- Epífisis distal del radio
- 31- Epífisis distal del cubito

Los dedos o dígitos de la mano se enumeran del 1 al 5 (Fig 8-A); empezando por el pulgar que es el número 1, en el cual aparece el denominado **Aductor sesamoideo**, (Fig 8-B), que es usado como un indicador de maduración esquelética, ya que inicia su calcificación aproximadamente un año antes de que se produzca el PMCP, es decir cuando el niño se encuentra en la etapa prepuberal de crecimiento.²¹



Fig. 8-A . Radiografía de la mano y muñeca representando los dígitos, Tomadas de Björk,1972

Aductor sesamoideo



Fig 8-B. Radiografía del primer dígito, Representando la osificación del aductor sesamoideo .Tomada de Björk, 1972

Las falanges (P) de los dedos, en las que se distinguen 3 áreas: falange proximal, media y distal; el pulgar es el único dedo que no tiene falange media, (Fig 9).²¹

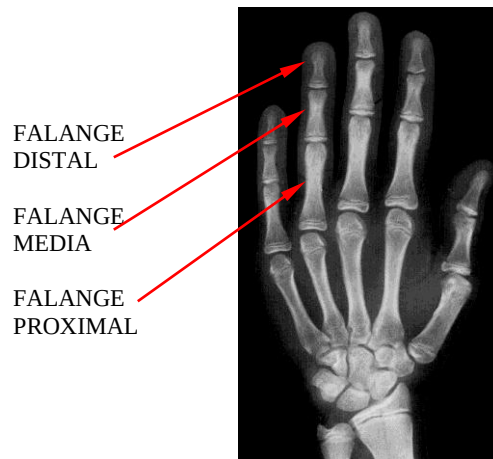


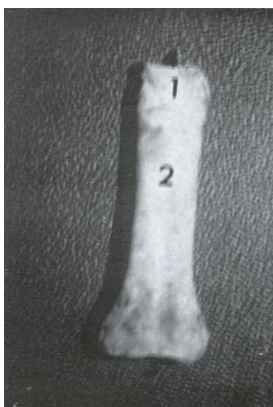
Fig 9 . Radiografía carpal.
Tomada de Björk, 1972.

Las Fig. 10-11-12 representan las falanges y se distinguen las siguientes partes:

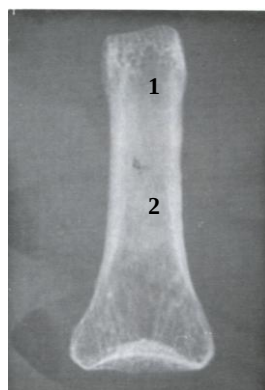
- | | |
|-------------|--|
| 3. Epífisis | 1. Superficie articular Metacarpo falangina. |
| 4. Diáfisis | 2. Superficie articular interfalángica. |
| 5. Base | |

-Falange Proximal: (PP)

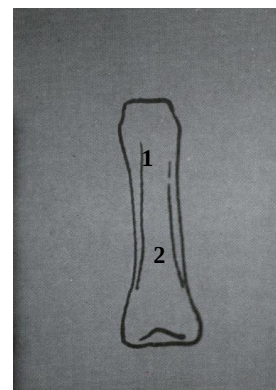
Es la mas cercana al hueso metacarpiano.²⁰ Fig 10,A-B-C



A. Falange Proximal



B. Imagen radiográfica

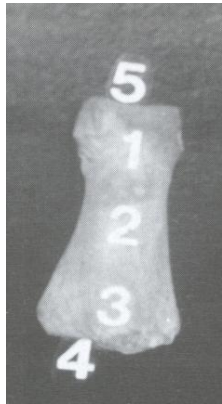


C. Esquema

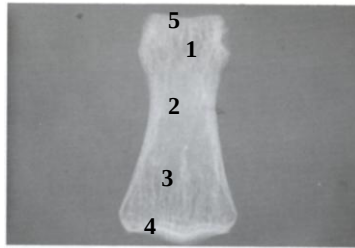
Fig 10,A-B-C. Falange proximal.
Tomado de Villavicencio, 1996.

-Falange Media: (MP)

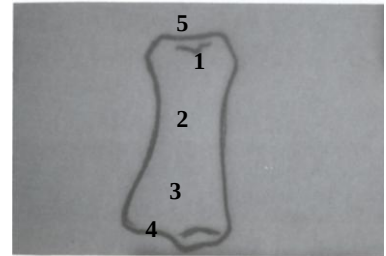
Es aquella parte del hueso que se encuentra entre la falange proximal y la falange distal;²⁰ Fig. 11,A-B-C.



A. Falange Media



B. Imagen radiográfica

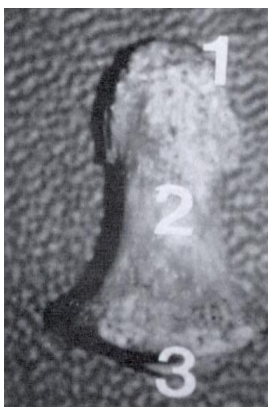


C. Esquema

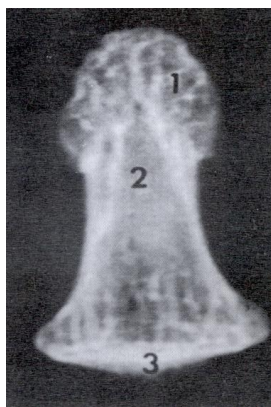
Fig 11,A-B-C. Falange Media. Tomado de Villavicencio, 1996

-Falange Distal: (DP)

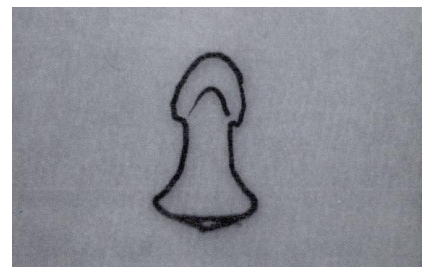
Es aquella parte del hueso que se encuentra próximo a la falange media.²⁰ Fig. 12, A-B-C.



A. Falange Distal



B. Imagen radiográfica



C. Esquema

Fig 12,A-B-C. Falange Distal. tomado de Villavicencio, 1996

En las falanges debe observarse las siguientes áreas: **diáfisis** que es el centro primario de crecimiento y las **epífisis** que son centros secundarios de crecimiento. Fig. 13. La forma en que se unen las epífisis y las diáfisis es un signo claro de maduración y la misma se realiza siguiendo una secuencia siendo la primera etapa, el inicio de la maduración de estos huesos y en este se observa que la epífisis y las diáfisis de los huesos tienen el mismo tamaño (=), luego sigue la etapa de **capuchón (Cap)** cuando la epífisis empieza a crecer por los lados tratando de envolver a la diáfisis en forma de capuchón y la ultima etapa (**U: unidad**) cuando ya termina el crecimiento de estos huesos y se funde la epífisis con la diáfisis, formándose una especie de línea blanquecina, en el sitio de unión.³⁸

Fig. 14.²¹

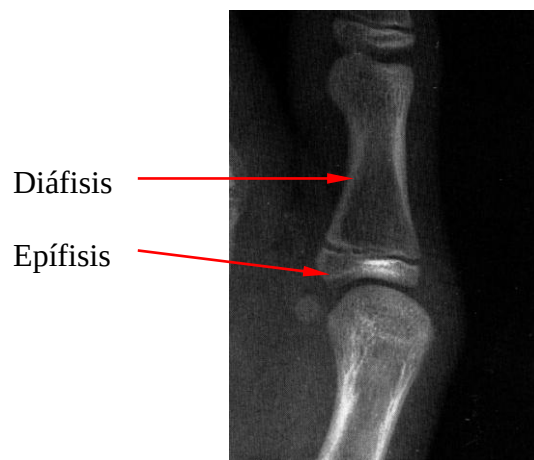


Fig 13 . Radiografía del primer dígito (dedo pulgar).Tomada de Björk, 1972.

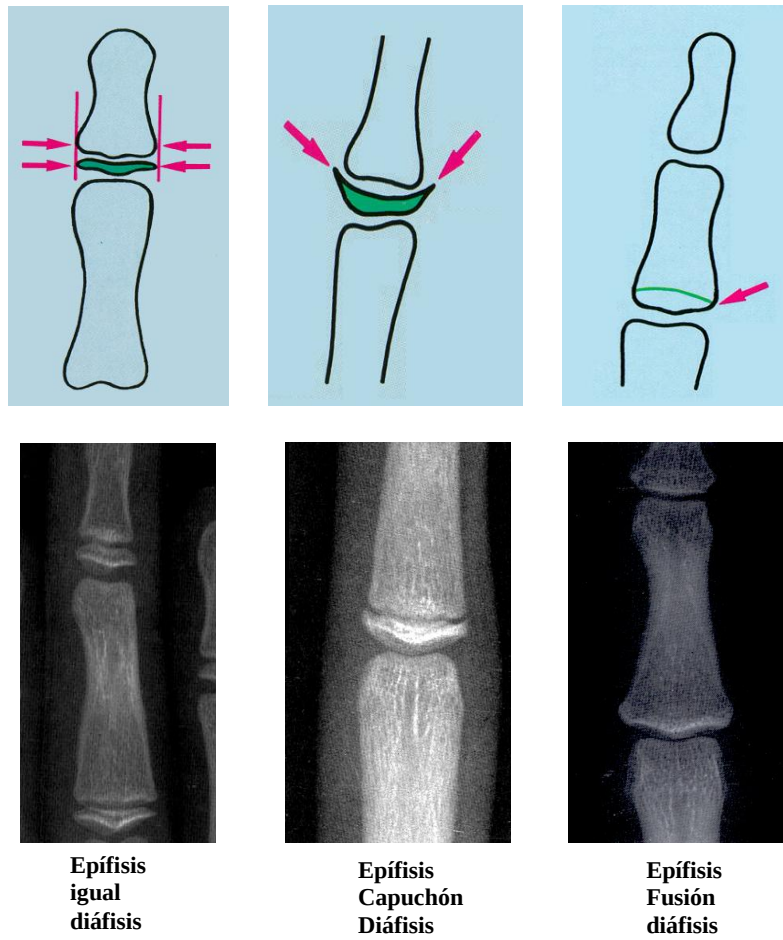


Fig. 14 . Distintas etapas de maduración de los huesos de mano y muñeca. Tomada de Björk, 1972

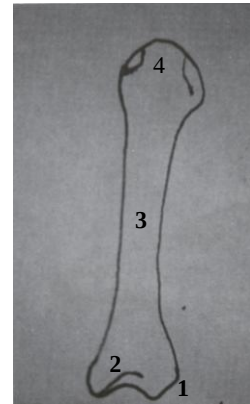
Los metacarpianos son 5 huesos que se encuentran entre las falanges y los huesos del carpo.²⁰ en vista de su similitud se representara solo uno de ellos, Fig. 15,A-B-C.



A. Hueso Metacarpiano
Vista dorsal



B. Imagen radiográfica



C. Esquema

Fig 15,A-B-C. Hueso Metacarpiano.
Tomado de Villavicencio, 1996

El carpo o Muñeca consta de 8 huesos. Para empezar a estudiar los huesos del carpo, es más fácil reconocerlos en la radiografía carpal en sentido contrario a las agujas del reloj: Hueso Grande, Ganchoso, Pisiforme, Piramidal, Semilunar, Escafoide, Trapecio y Trapezoide. Además, es importante saber su ubicación para poder identificarlos en la radiografía carpal.¹⁹ Fig. 16.

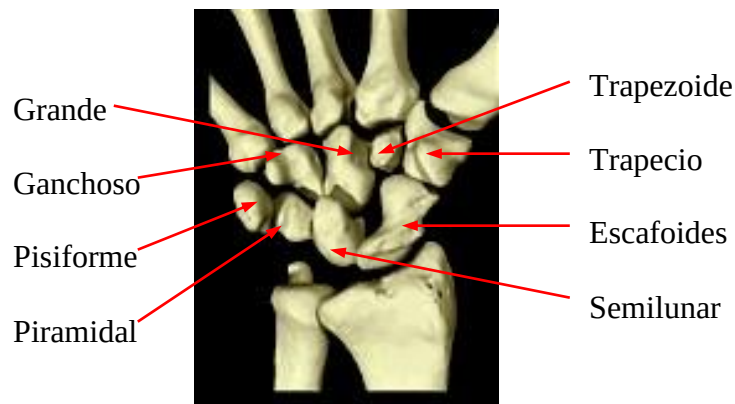


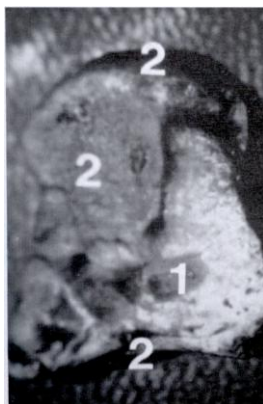
Fig. 16 . Representa los 8 huesos del carpo, Tomada de Villavicencio, 1996.

Cada hueso será representado en la figura correspondiente de la manera propuesta por Villavicencio, (1996). Mostrando el cuerpo que se identificara con el N° 1 y las superficies articulares con el N° 2.

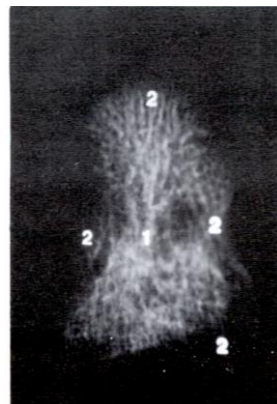
-Hueso Grande:

Se encuentra posicionado en el centro del carpo de la mano.²⁰

Fig.17.

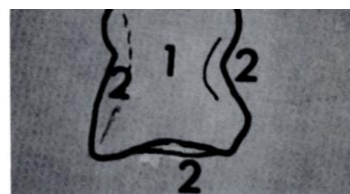


A. Hueso grande



B. Imagen radiográfica

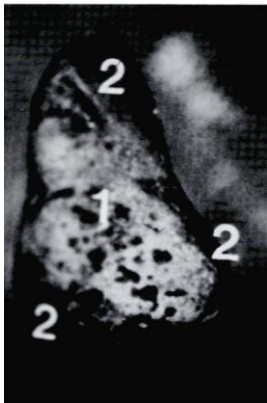
**Fig 17 ,A-B-C. Hueso Grande.
Tomado de Villavicencio, 1996**



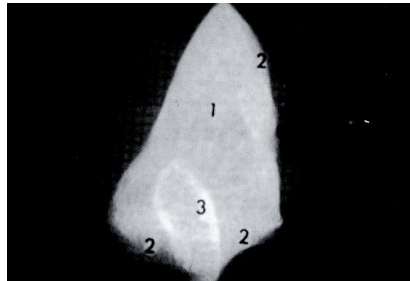
C. Esquema

-Hueso Ganchoso:

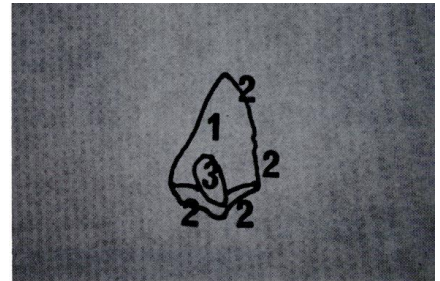
Se encuentra posicionado a la izquierda del hueso grande en el carpo de la mano y en el se distingue además del cuerpo y superficies articulares, la apófisis unciforme.²⁰ Fig. 18,A-B-C.



A. Hueso ganchoso



B. Imagen radiográfica



C. Esquema

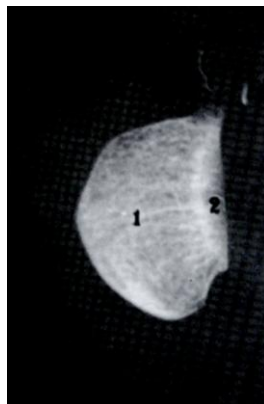
Fig 18 ,A-B-C. Hueso ganchoso.
Tomado de Villavicencio, 1996

-Hueso Pisiforme:

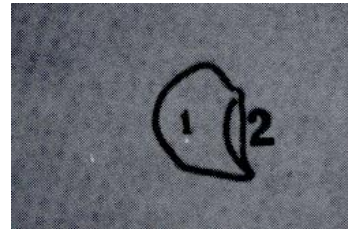
El cual se representa en la Fig.²⁰ 19,A-B-C.



A. Hueso Pisiforme



B. Imagen radiográfica

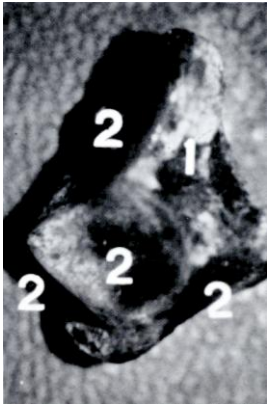


C. Esquema

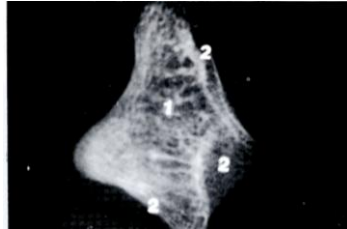
Fig 19,A-B-C. Hueso Pisiforme.
Tomado de Villavicencio, 1996.

-Hueso Piramidal:

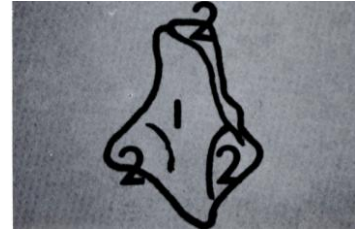
Que se representa el la Fig. 20,A-B-C.²⁰



A. Hueso Piramidal



B. Imagen radiográfica

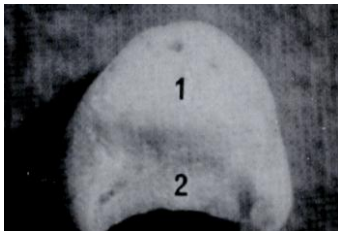


C. Esquema

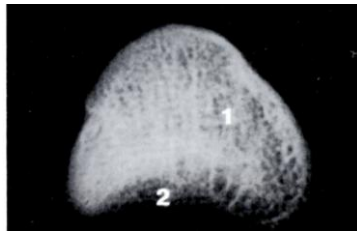
Fig 20,A-B-C. Hueso Piramidal. Tomado de Villavicencio, 1996

-Hueso semilunar:

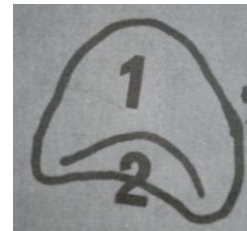
Se representa en la Fig. 21,A-B-C.²⁰



A. Hueso Semilunar



B. Imagen radiográfica

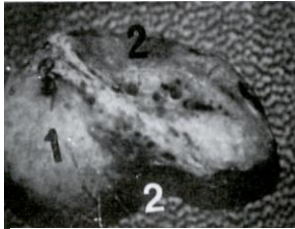


C. Esquema

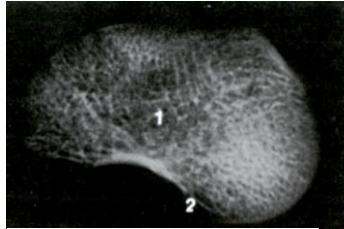
Fig. 21,A-B-C. Hueso Piramidal. Tomado de Villavicencio, 1996

- Hueso Escafoides:

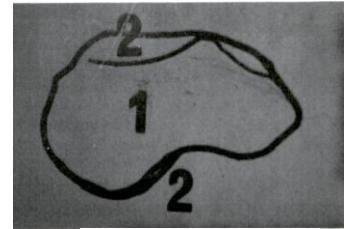
Se representa en la Fig. 22,A-B-C.²⁰



A. Hueso Escafoides



B. Imagen radiográfica



C. Esquema

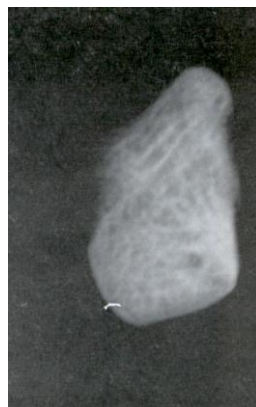
Fig 22 ,A-B-C. Hueso Escafoides. Tomado de Villavicencio, 1996.

-Hueso Trapecio:

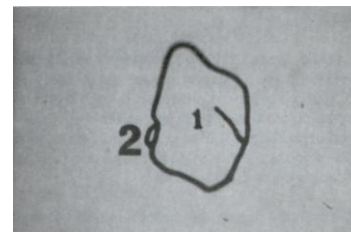
Se representa en la Fig. 23,A-B-C.²⁰



A. Hueso Trapecio



B. Imagen radiográfica

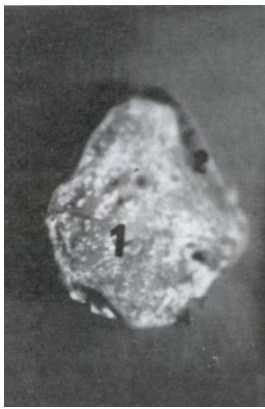


C. Esquema

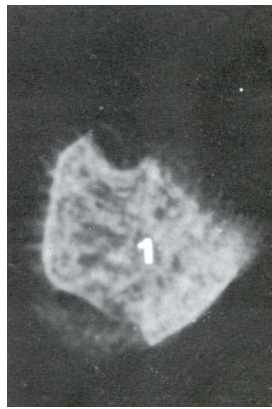
Fig 23 ,A-B-C. Hueso Trapecio. Tomado de Villavicencio, 1996

-Hueso Trapezoide:

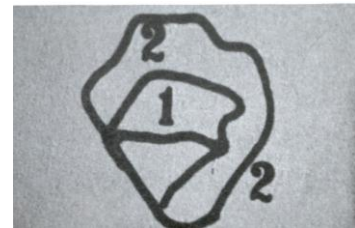
Representado en la Fig. 24, A-B-C.²⁰



A. Hueso Trapezoide



B. Imagen radiográfica

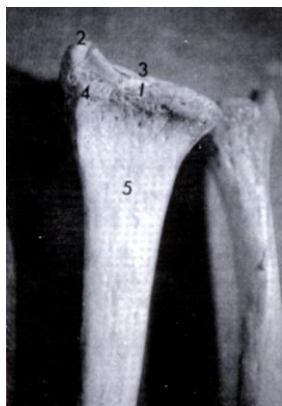


C. Esquema

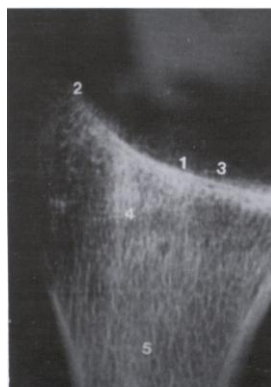
Fig. 24,A-B-C. Hueso Trapecio. Tomado de Villavicencio, 1996.

EL RADIO: (R)

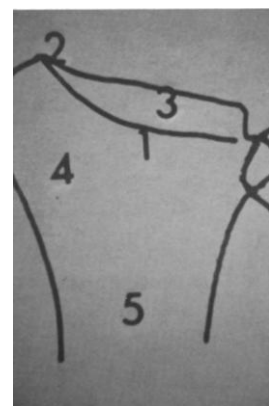
Es el hueso más grueso del antebrazo y está representado en la Fig.25,A-B-C.²⁰



A. Extremo distal del radio



B. Imagen radiográfica



C. Esquema

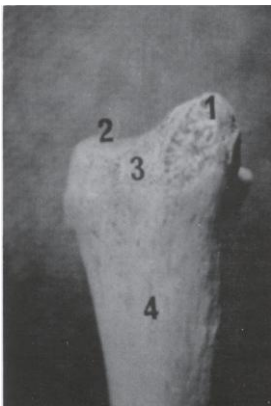
Fig 25,A-B-C. Hueso radio. Tomado de Villavicencio, 1996

En el se distinguen las siguientes partes:

1. Escotadura sigmoidea del radio
2. Apófisis estiloides
3. Superficie articular
4. Epifisis (Cabeza)
5. Diafisis (Cuerpo)

EI CUBITO. (C)

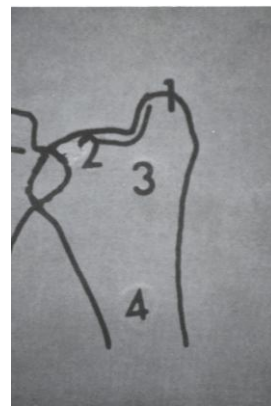
Otro hueso perteneciente al antebrazo y representada en la Fig. 26,A-B-C.²⁰



A. Extremo distal del cubito



B. Imagen radiográfica



C. Esquema

**Fig 26,A-B-C. Hueso cubito.
Tomado de Villavicencio, 1996**

1. Apófisis estiloides
2. Superficie Articular
3. Epífisis (Cabeza)
4. Diáfisis (cuerpo)

3. DISTINTOS ANÁLISIS EMPLEADOS PARA DETERMINAR LA EDAD ESQUELÉTICA U ÓSEA

Dentro de los estudios de crecimiento y desarrollo, la evaluación de la edad ósea constituye el indicador de maduración mas utilizado, ya que como se dijo anteriormente el desarrollo sexual, la edad dental, y la cronológica, además de que están muy limitados a ciertas épocas del crecimiento, tienen gran variabilidad, sobre todo en la etapa de la adolescencia cuando ocurren cambios importantes, que se inician a diferentes edades.

A lo largo del crecimiento, los huesos sufren una serie de modificaciones, que siguen una secuencia mas o menos regular en todos los individuos, y que están íntimamente relacionadas con su grado de maduración; estas modificaciones se producen independientemente de la edad cronológica. En la práctica, la muñeca y la mano representan la zona mas conveniente para evaluar la maduración ósea, porque allí se encuentran centros de osificación que suministran una información y necesitan menos irradiación que otras áreas del cuerpo lo cual representa una de sus ventajas.²¹

Se han descrito numerosos análisis para la determinación de la edad esquelética u ósea, por lo cual se hará una breve descripción

de algunos de los mas usados, destacando sus características particulares y su importancia desde el punto de vista clínico.⁷

3.1 ANALISIS DE GREULICH Y PYLE (1959)

Este estudio fue creado por el Dr. Todd en 1938, siendo Greulich y Pyle¹⁹ quienes lo ampliaron y publicaron un Atlas que es de gran utilidad para la evaluación de la maduración ósea. tomaron 1000 niños americanos y les realizaron series de radiografías carpales en total de 2 a 21 por cada niño. Estos fueron examinados a intervalos de 3 meses durante el primer año post-natal; luego cada 6 meses entre el primero y quinto año; anualmente hasta la pubertad y cada 6 meses hasta los 18 años de edad.

Este Atlas consiste en una serie de radiografías cada una de las cuales representa la maduración ósea típica de acuerdo a edad y sexo. Sus valores normales describen el grado de maduración de un grupo de niños caucásicos y para su empleo se coteja la radiografía a evaluar con las del Atlas y aquella que más se le asemeje ofrecerá la información de la "edad ósea" alcanzada por el individuo. Este método resulta de fácil aplicación, por lo que ha sido bien aceptado sin embargo, su debilidad consiste en que al comparar las radiografías se puede introducir un alto porcentaje de subjetividad.⁷

Greulich y Pyle¹⁹ recomiendan la utilización la mano izquierda para determinar la maduración ósea basado en las recomendaciones del Instituto Internacional de Aceptación para la Unificación de Medidas Antropométricas de Mónaco porque se sabe que en muchas poblaciones el número de personas diestras es mayor que el de las zurdas de tal manera que la mano izquierda es la menos sometida a traumas que pudieran influir en su configuración anatómica.

De acuerdo con esto, se plantea la siguiente interrogante: ¿El grado de desarrollo esquelético de ambas manos es igual? y para contestarla autores como Dreizen y col.²² realizaron un estudio en el cual compararon las radiografías de la mano derecha e izquierda de 450 niños que fueron examinados consecutivamente en la clínica de nutrición del Hospital Hillman Birmingham, Alabama y determinaron que la diferencia entre la edad esqueletica obtenida de ambas manos fue la siguiente: 13% no excede de 3 meses, 1,5% no excede mas de 6 meses y el resto fueron iguales, concluyendo que existe poca diferencia significativa entre ambas manos para determinar la edad ósea, sin embargo se sigue usando la mano izquierda por razones de estandarización.

La Fig. 27 A y B ilustra con un ejemplo la determinación de la edad ósea de un paciente femenino de 6 años de edad cronológica proveniente del Postgrado de Ortodoncia de la Facultad de

Odontología de la U.C.V que al compararlo con el Atlas de Greulich y Pyle determina una edad ósea de 5 años, 9 meses.



Fig 27-A, Radiografía carpal, tomada de paciente del Post-grado de Ortodoncia de la U.C.V



Fig. 27- B, Radiografía carpal. Tomado Atlas de Greulich y Pyle, 1959 .

3.2 ANÁLISIS DE BJÖRK (1972), GRAVE Y BROWN (1976)

En ortopedia maxilar se ha utilizado el análisis de Björk,²¹ el cual divide el proceso de maduración de los huesos de la mano en 9 estadios evolutivos entre los 8 y 18 años de edad. La separación de estas fases de maduración se complementa incluyendo seis características de osificación adicionales introducidas por Grave y Brown.²³ con las que se mide de manera más exacta la edad ósea. Fig. 28.

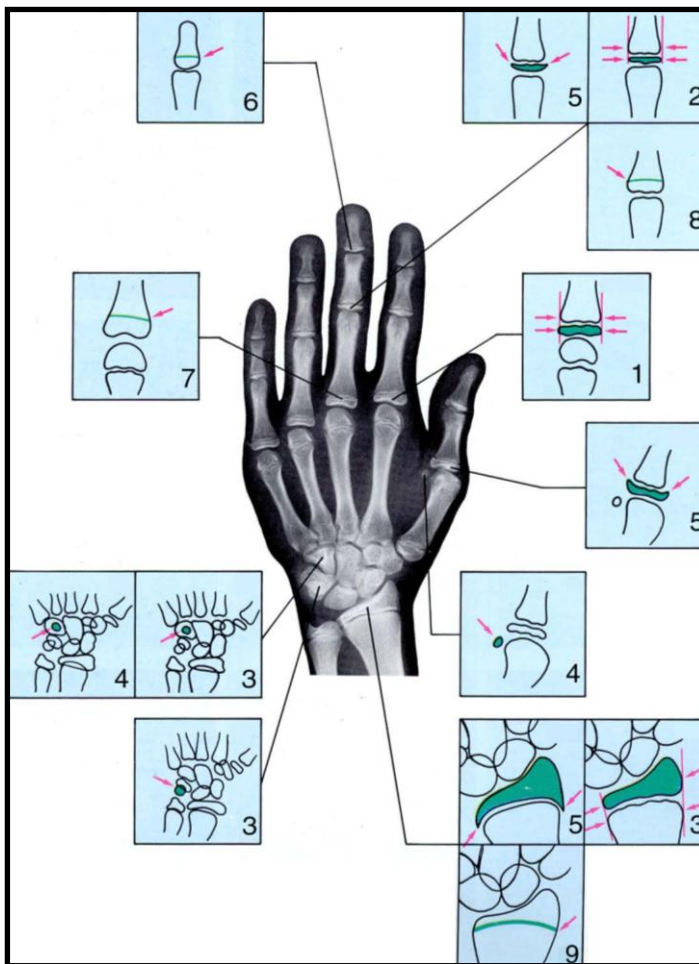


Fig. 28 indicadores de madurez del esqueleto de la mano, con los que se valora la edad ósea entre los 8 y 18 años de edad.

Clasificación de 9 estadios evolutivos según Björk (1972) y Grave y Brown (1976). Tomado Atlas de Rakosi , 1992.

A continuación se describirán los 9 estadios de maduración incluidos en este análisis:

1-. Primer estadio de maduración: (PP2=)

Se caracteriza porque la epífisis de la falange proximal del dedo índice (PP2) muestra la misma anchura que la diáfisis, Este estadio comienza aproximadamente 3 años antes del PMCP. Fig. 29.²⁴

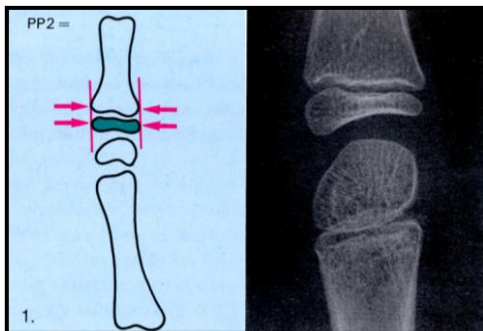


Fig. 29 Esquema y radiografía del primer estadio de osificación. Tomado Atlas de Rakosi, 1992

2-. Segundo estadio de maduración: (MP3=)

La epífisis de la segunda falange del dedo medio (MP3) muestra la misma anchura que la diáfisis. Fig. 30.²⁴

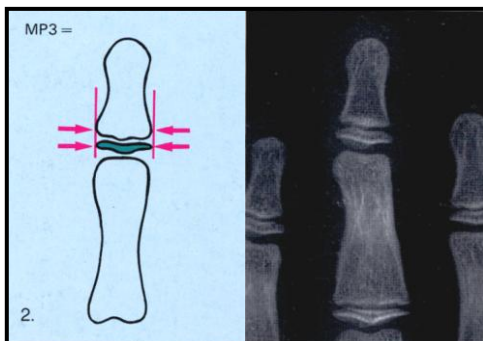


Fig. 30 Esquema y radiografía del segundo estadio de osificación. Tomado Atlas de Rakosi, 1992.

3-. Tercer estadio de maduración: (Pisi, H1 y R)

Esta fase 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.

Estadio pisi: osificación visible del hueso pisiforme.

Estadio H1: osificación de la apófisis unciforme del hueso ganchoso.

Estadio R: Anchura equivalente de la epífisis y diáfisis del radio.

Fig. 31.²⁴

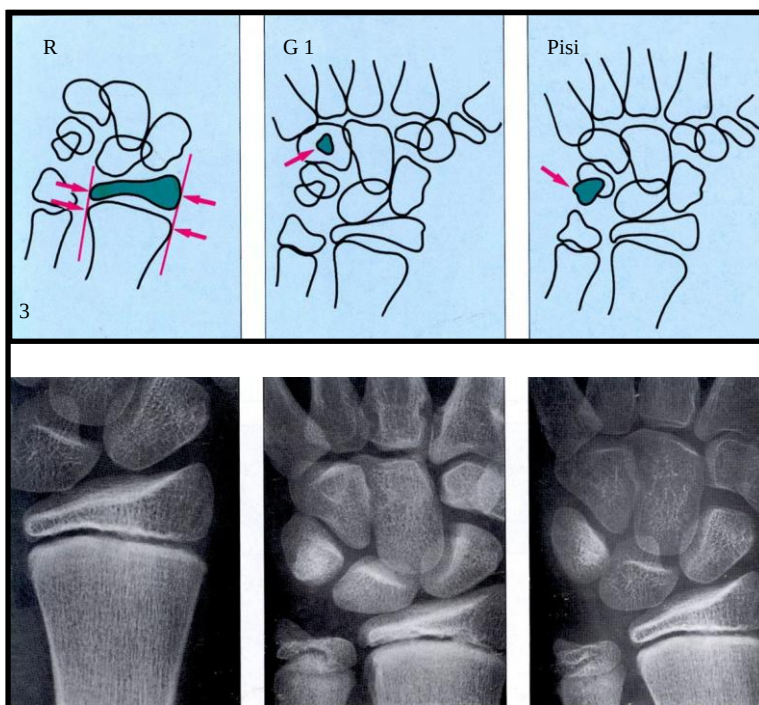


Fig. 31 Esquema y radiografía del tercer estadio de osificación. Tomado Atlas de Rakosi, 1992

4-. Cuarto estadio de maduración: (S y H2)

Estadio S: Inicio de la mineralización del hueso sesamoideo cubital de la articulación metacarpofalangica del pulgar.

Estadio H2: Osificación avanzada de la apófisis unciforme del hueso ganchoso.

El cuarto estadio se alcanza poco antes o al inicio del brote de crecimiento puberal. Fig. 32.²⁴

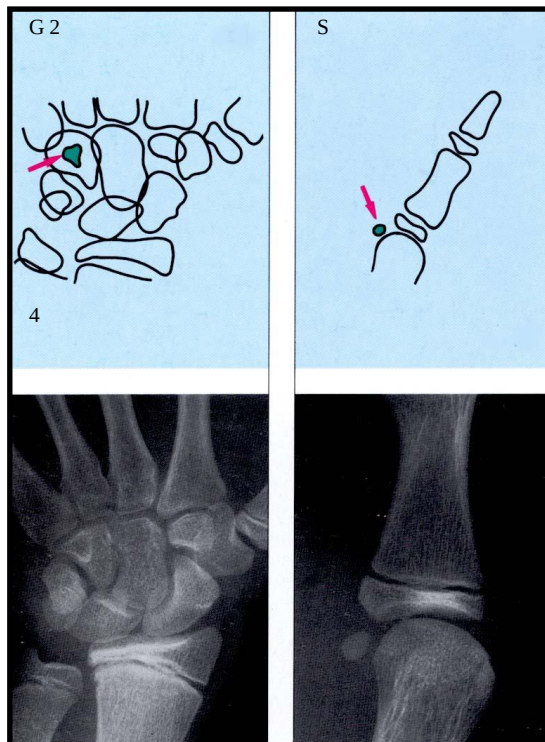


Fig. 32 Esquema y radiografía del cuarto estadio de osificación. Tomado Atlas de Rakosi, 1992

5-. Quinto estadio de maduración: (MP3 cap),(PP1 cap), (R cap).

MP3 cap: La diáfisis de la falange medial del tercer dígito o dedo medio rodea en forma de capuchón a la epífisis durante esta fase.

PP1 cap: La diáfisis de la falange proximal del primer dígito o dedo Pulgar rodea en forma de capuchón a la epífisis durante esta fase.

R cap: La diáfisis del hueso radio rodea en forma de capuchón a la epífisis durante esta fase. Fig. 33.²⁴

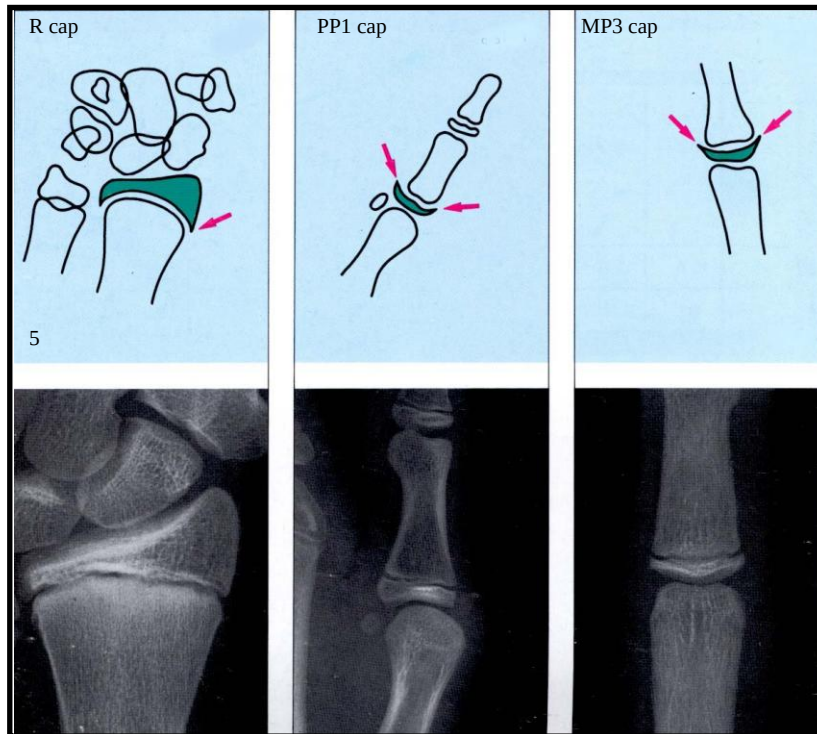


Fig. 33 Esquema y radiografía del Quinto estadio de osificación. Tomado Atlas de Rakosi, 1992

6-. Sexto estadio de maduración: (DP3 u)

Fusión visible de la epífisis y la diáfisis de la falange distal del tercer dígito dedo medio.

Al alcanzarse este estadio evolutivo, termina el brote de crecimiento puberal. Fig. 34.²⁴

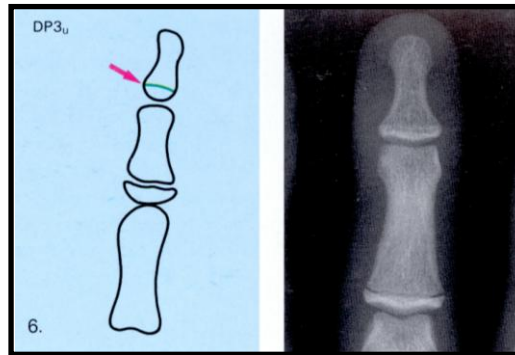


Fig. 34 Esquema y radiografía del sexto estadio de osificación. Tomado Atlas de Rakosi, 1992.

7-. Séptimo estadio de maduración: (PP3 u)

Fusión visible de la epífisis y diáfisis de la falange proximal del tercer dígito dedo medio. Fig. 35.²⁴

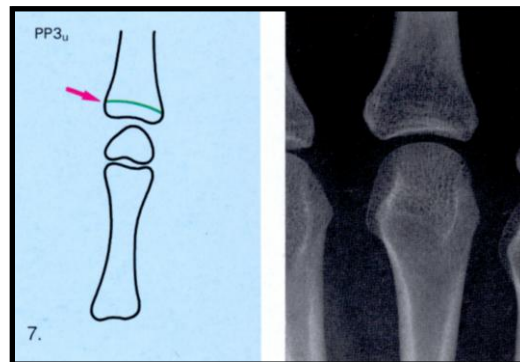


Fig. 35 Esquema y radiografía del séptimo estadio de osificación. Tomado Atlas de Rakosi, 1992.

8-. Octavo estadio de maduración: (MP3 u)

Fusión visible de la epífisis y diáfisis de la falange medial del tercer dígito dedo medio. Fig. 36.²⁴

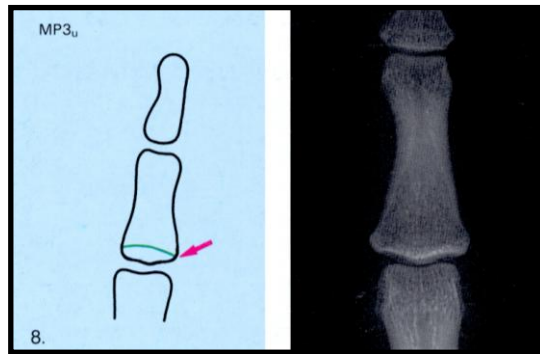


Fig. 36 Esquema y radiografía del octavo estadio de osificación. Tomado Atlas de Rakosi, 1992.

9-. Noveno estadio de maduración: (R u)

Osificación completa de la epífisis y diáfisis del radio.

Al llegar a este estadio, termina la osificación de todos los huesos de la mano y, al mismo tiempo, el crecimiento óseo. Fig. 37.²⁴

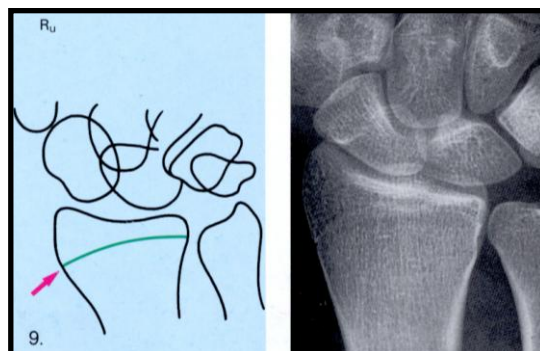


Fig. 37 Esquema y radiografía del noveno estadio de osificación. Tomado Atlas de Rakosi, 1992.

Una vez completados los 9 estadios de osificación de los huesos de la mano ya descritos, se puede observar la siguiente tabla que los relaciona con la edad ósea entre los 8 y 18 años de edad tanto para hembras como para varones y de esa manera se determina el nivel de maduración del individuo sin necesidad de usar el Atlas para establecer comparaciones. Por lo general, el PMCP se inicia en las niñas entre los 10 y 12 años de edad, y en los niños entre los 12 y 14 años con un rango de variación de 3-6 años, pero cuando se produce una desviación de + o – 2 años entre la edad cronológica y la edad ósea se considera que existe un **trastorno del ritmo de crecimiento**.

Tabla 1.²³

Período de crecimiento									
	1. PP2 =	2. MP3 =	3. Pisi H1 R =	4. S H2	5. MP3 _{cap} R _{cap} PP1 _{cap}	6. DP3 _u	7. PP3 _u	8. MP3 _u	9. R _u
♂	10,6	12,0	12,6	13,0	14,0	15,0	15,9	15,9	18,5
♀	8,1	8,1	9,6	10,6	11,0	13,0	13,3	13,9	16,0

Tabla 1 Relaciona los estadios de osificación de los huesos de la mano y la edad ósea, según Schopf, 1978. Tomado de Rakosi, 1992 .

3.3 ANÁLISIS DE L. FISHMAN (1982)

SISTEMA DE EVALUACIÓN ESQUELETICA (SMA).

Este análisis presenta un sistema de evaluación esquelética aplicable en la adolescencia y para su implementación clínica utilizan radiografías de la mano y muñeca para así facilitar una evaluación objetiva haciendo énfasis en el desarrollo maduracional individual.²⁵

Utiliza solamente cuatro etapas de maduración ósea. Fig 38 localizadas en seis sitios anatómicos, en el 1,3,5 dígito y en el hueso Radio como se muestra en la Fig. 39, donde se evalúa en total once indicadores de dicha maduración esquelética²⁵. Fig 40

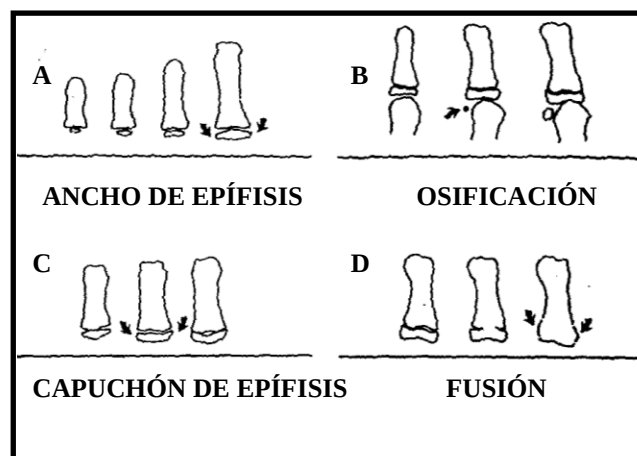


Fig. 38 Identificación radiográfica de las etapas de maduración esquelética. Tomado de Fishman 1982.

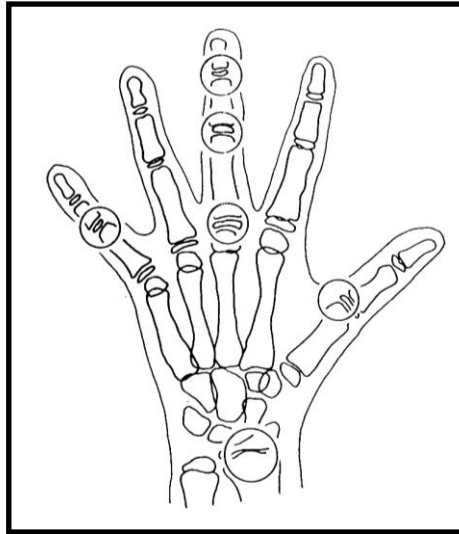


Fig. 39 Sitios de los indicadores de maduración esquelética. Tomado de Fishman, 1982.

Las etapas de maduración esquelética a evaluar son las siguientes:

- A) Ensanchamiento epifisial en algunas falanges seleccionadas de tal manera que la epífisis es igual en anchura a la diáfisis. Fig. 38-A.
- B) La osificación del sesamoideo aductor. Fig. 38-B
- C) Capuchón de algunas epífisis sobre sus diáfisis. Fig. 38-C.
- D) Fusión de epífisis y diáfisis. Fig. 38-D

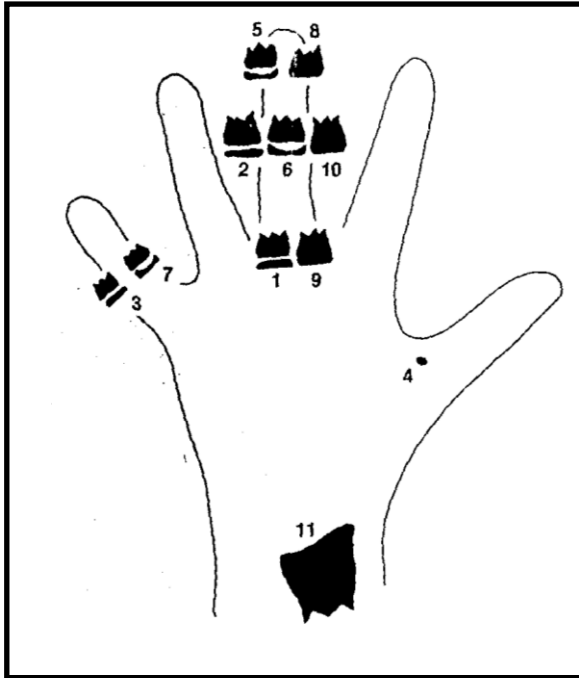


Fig. 40 Los once indicadores de maduración esquelética. Tomado de Fishman, 1982.

INDICADORES DE MADUREZ ESQUELETAL (SMI).²⁵

A. Epífisis de igual anchura que la diáfisis.

- 1- Tercer dedo- falange proximal
- 2- Tercer dedo- falange medio
- 3- Quinto dedo- falange medio.

B. Inicio de calcificación.

- 4- Aductor sesamoideo del pulgar

C. Capuchón de la epífisis sobre la diáfisis.

- 5- Tercer dedo – falange distal
- 6- Tercer dedo- falange medio
- 7- quinto dedo- falange medio

D. Fusión de la epífisis y diáfisis.

- 8- Tercer dedo- falange distal
- 9- Tercer dedo- falange proximal
- 10-Tercer dedo- falange medio
- 11- Radio.

La evaluación de los hallazgos radiográficos puede visualizarse en la observación sistemática presentada en la Fig. 41.

El primer paso es determinar si está presente o no el sesamoideo aductor del pulgar (Fig. 41,4); si no está, se buscará aquellos indicadores asociados con el evento: epífisis de igual anchura que la diáfisis, que aparece en las primeras etapas de maduración del individuo, (Fig. 41, 1-2-3); sí el sesamoideo está visible se buscará en la radiografía del individuo la presencia o no del evento fusión de la falange distal del 3^{er} dígito (Fig. 41, 8). En ambos casos se seguirá la secuencia descrita en la Fig. 41 referente a los eventos numerados 5-6-7 relacionados con el proceso de capuchón que ocurre previo al PMCP a aquellos con el número 9-10-11, relacionados con el proceso de fusión que ocurren posterior al PMCP. Este sistema proporciona una escala progresiva de los niveles de maduración a través de una serie de indicadores de la maduración

esqueletica de fácil identificación que pueden ser aplicados directamente en el diagnostico de cada caso en particular. ²⁵

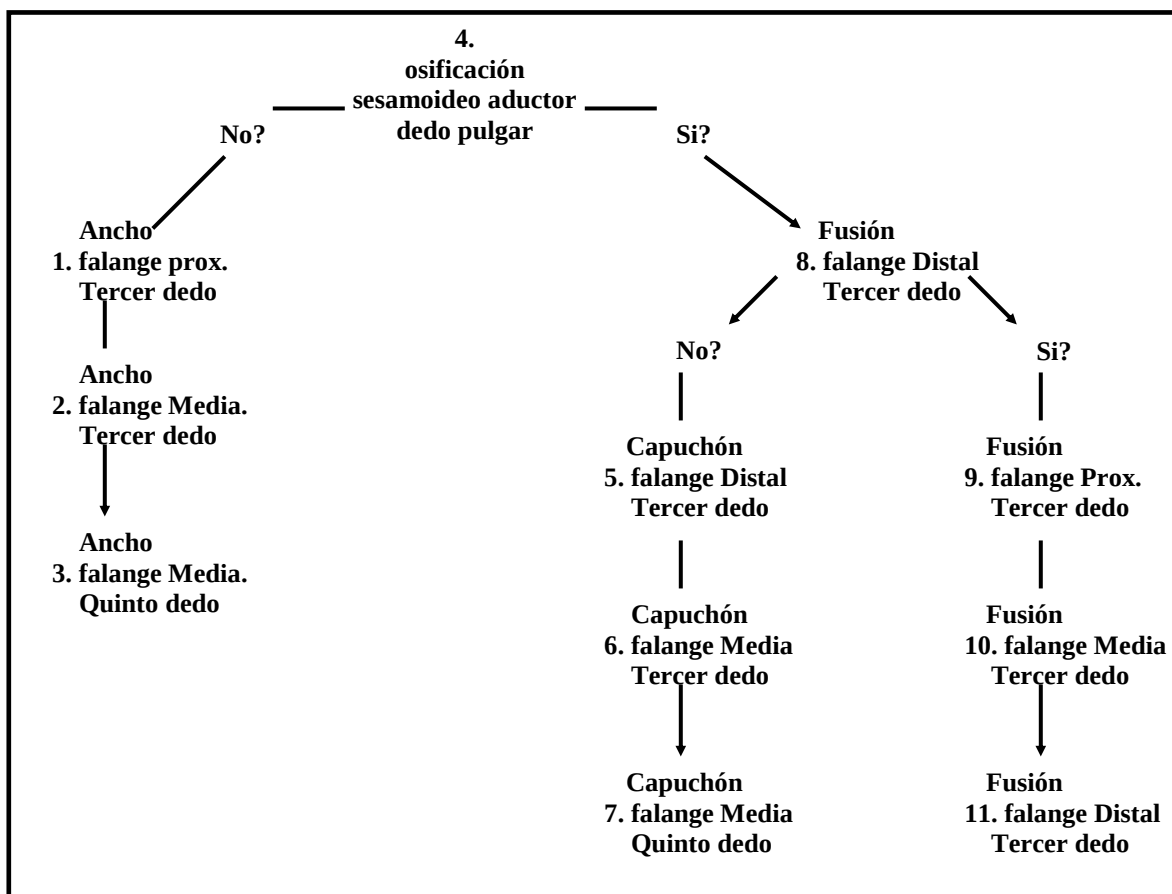


Fig. 41 . Esquema de observación sistemática de la radiografía de mano-muñeca. Tomado de Fishman, 1982 .

3.4 ANALISIS DE TANNER Y WHITEHOUSE (1962-1975) Y TANNER (2000)

Este análisis tuvo su primera versión en **1962 conocida como TW1.**²⁶ desarrollada a partir de una base matemática.

Luego han aparecido dos versiones, el TW-2 (1975)²⁷ y el TW-3 (2000)²⁸ los cuales se diferencian mas que todo en la muestra estudiada y que en la ultima versión se incluyen individuos Norteamericanos y Europeos y en la primera solo incluyen Europeos.

Existen 3 versiones del método de Tanner:²⁷⁻²⁸

1. La primera, evalúa el desarrollo de los huesos del carpo con excepción del pisiforme, ejemplo “Variante Carpal”
2. La segunda, evalúa las epífisis distales del radio y el cubito, las de los metacarpiano, falanges proximales y distales de los dedos 1º; 3º y 5º y las de las falanges medias de los dedos 3º y 5º; se le denomina también “Variante radio, cubito y dedos” (R.C.D.).
3. La tercera, denominada “Mano total”, comprende las dos anteriores; El TW-3 considera esta versión de poca utilidad clínica.

Cada hueso tiene definido una serie de 8 a 9 estadios clasificados en una escala desde B hasta H o I. Fig. 42,A-B por los que necesariamente debe pasar en su proceso de maduración. A cada estadio se le asigna un valor numérico predeterminado tal como lo indica la tabla 2, A-B-C-D; la suma total de los valores obtenidos (Tabla. 3) en cada uno de las variantes usadas o sea, Variante Carpal y Variante radio, cubito y dedos (RCD), se representan en una tabla a través de percentiles (Tabla 4, A-B-C-D). Los valores obtenidos de la radiografía en estudio se compara con las de las tablas y así se determina la edad ósea, la cual puede considerarse normal si cae en el percentil 50 + o – 1 de desviación estándar, pero si cae dentro de 2 o mas desviaciones estándar puede pensarse en una alteración de la maduración ósea.²⁸

Estudios realizados por Tanner,⁴ en una muestra del estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo en Cuba (1972), encontraron que la completa osificación de los huesos se alcanzó a los 16 años para las hembras y 18 años para los varones.

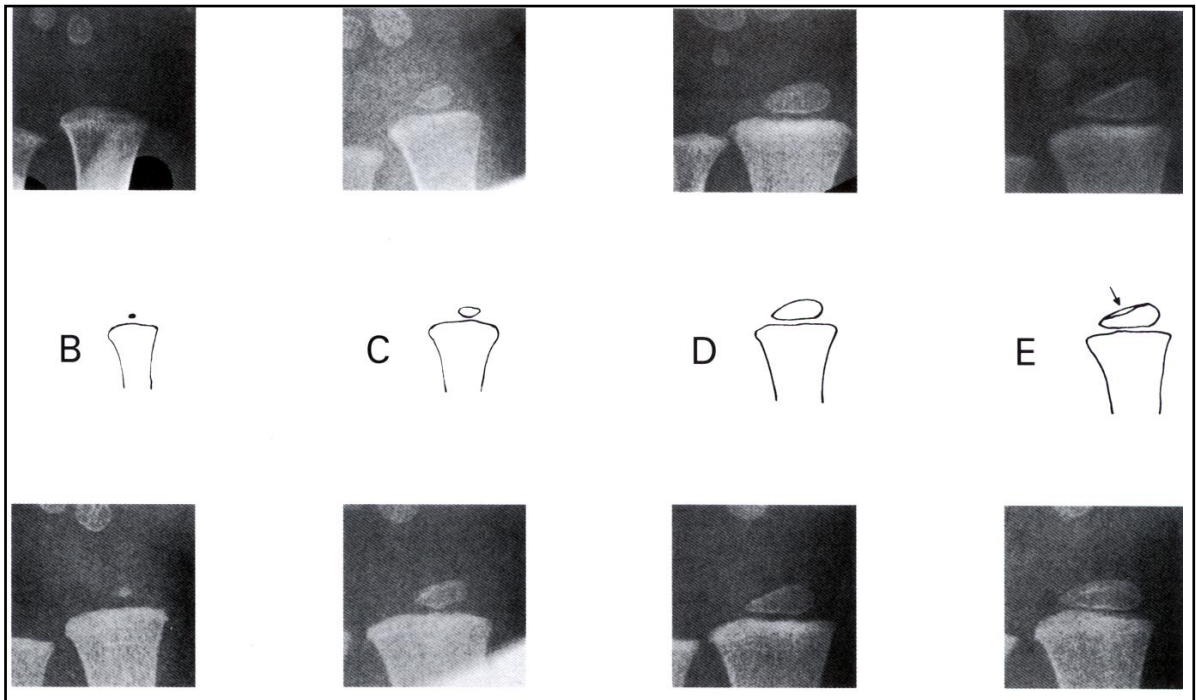


Fig.42-A. Representa la evolución de maduración ósea del hueso Radio desde el estadio B al E. Tomado de Tanner, 2001.

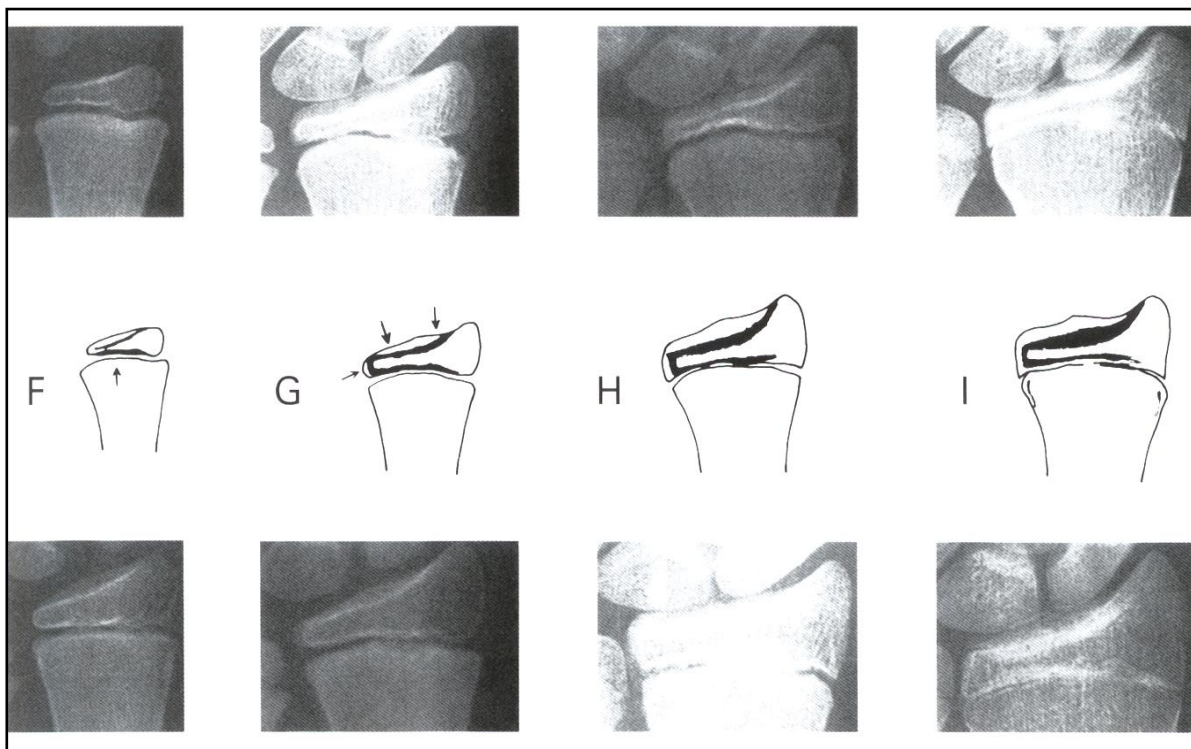


Fig.42-B. Representa la evolución de maduración ósea del hueso Radio desde el estadio F hasta la I. Tomado de Tanner, 2001.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Radio	0	16	21	30	39	59	87	138	213
Cubito	0	27	30	32	40	58	107	181	
Metacarpal									
I	0	6	9	14	21	26	36	49	67
III	0	4	5	9	12	19	31	43	52
V	0	4	6	9	14	18	29	43	52
Falange Prox.									
I	0	7	8	11	17	26	38	52	67
III	0	4	4	9	15	23	31	40	53
V	0	4	5	9	15	21	30	39	51
Falange Media									
III	0	4	6	9	15	22	32	43	52
V	0	6	7	9	15	23	32	42	49
Falange Distal									
I	0	5	6	11	17	26	38	46	66
III	0	4	6	8	13	18	28	34	49
V	0	5	6	9	13	18	27	34	48

Tabla 2 -A. Representa los valores de la variante (RCD) según cada estadio en varones. Tomado de Tanner, 2001.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Radio	0	23	30	44	56	78	114	160	218
Cubito	0	30	33	37	45	74	118	173	
Metacarpal									
I	0	8	12	18	24	31	43	53	67
III	0	5	8	12	16	23	37	47	53
V	0	6	9	12	17	23	35	48	52
Falange Prox.									
I	0	9	11	14	20	31	44	56	67
III	0	5	7	12	19	27	37	44	54
V	0	6	7	12	18	26	35	42	51
Falange Media									
III	0	6	8	12	18	27	36	45	52
V	0	7	8	12	18	28	35	43	49
Falange Distal									
I	0	7	9	15	22	33	48	51	68
III	0	7	8	11	15	22	33	37	49
V	0	7	8	11	15	22	32	36	47

Tabla 2-B. Representa los valores de la variante (RCD) según cada estadio en Hembras. Tomado de Tanner, 2001.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Grande</i>	0	100	104	106	113	133	160	214	
<i>Ganchoso</i>	0	73	75	79	100	128	159	181	194
<i>Piramidal</i>	0	10	13	28	57	84	102	124	
<i>Semilunar</i>	0	14	22	39	58	84	101	120	
<i>Escafoide</i>	0	26	36	52	71	85	100	116	
<i>Trapecio</i>	0	23	31	46	66	83	95	108	117
<i>Trapezoide</i>	0	27	32	42	51	77	93	115	

Tabla 2-C. Representa los valores de la variante Carpo según cada estadio en Varones. Tomado Tanner, 2001

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Grande</i>	0	84	88	91	99	121	149	203	
<i>Ganchoso</i>	0	72	74	78	102	131	161	183	194
<i>Piramidal</i>	0	11	16	31	56	80	104	126	
<i>Semilunar</i>	0	16	24	40	59	84	106	122	
<i>Escafoide</i>	0	24	35	51	71	88	104	118	
<i>Trapecio</i>	0	20	27	42	60	80	95	111	119
<i>Trapezoide</i>	0	21	30	43	53	77	97	118	

Tabla 2-D. Representa los valores de la variante Carpo. según cada estadio en Hembras. Tomado de Tanner, 2001

Hueso	Etapas	Variante (RCD)	Variante Carpo
Radio	F	59	
Cubito	E	40	
Metacarpal			
I	E	21	
III	F	19	
V	F	18	
Falange Prox.			
I	E	17	
III	E	15	
V	E	15	
Falange Media			
III	E	15	
V	E	15	
Falange Distal			
I	E	17	
III	F	18	
V	F	18	
Grande	H		214
Ganchoso	G		159
Piramidal	G		102
Semilunar	F		84
Escafoide	E		71
Trapezio	E		66
Trapezoide	F		77
Variante (RCD)		287	
Variante Carpo			773

Tabla 3. Representa un ejemplo de los valores de la variante Carpo y (RCD) en un varón de 9 años Tomado de Tanner, 2001.

Variante

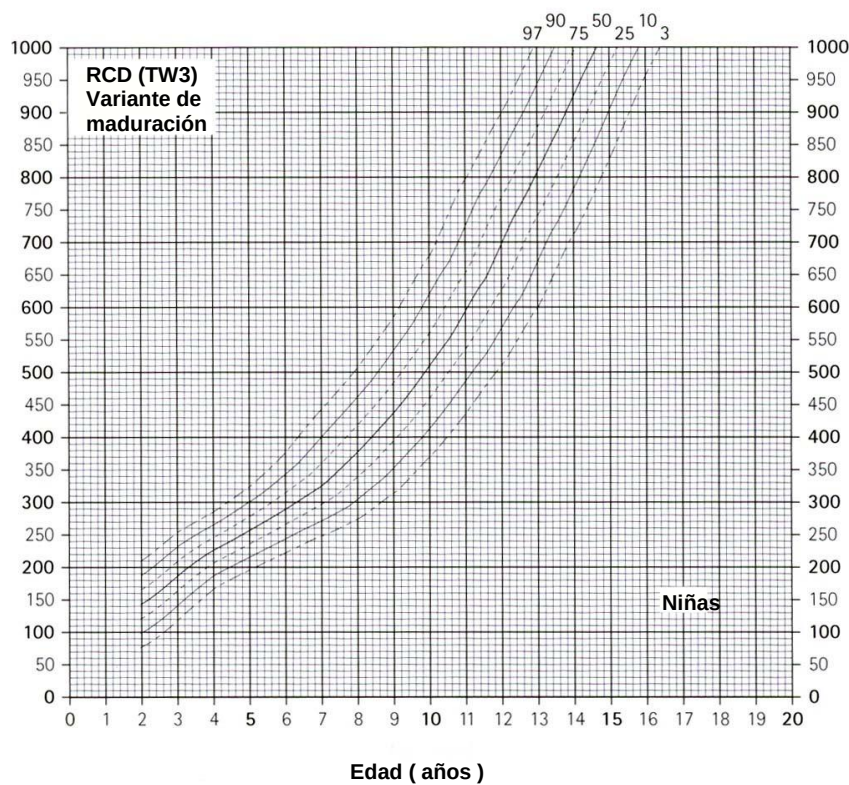


Tabla 4-A. Representa la tabla de valores normales de la variante (RCD) en las hembras, representado en percentiles. Tomado de Tanner, 2001.

Variante

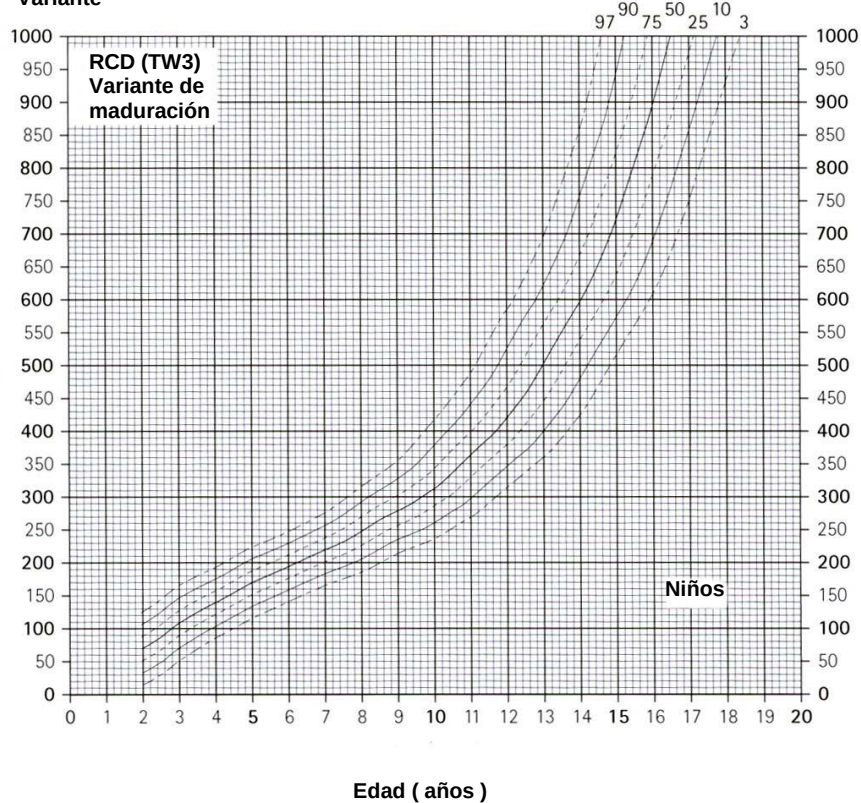


Tabla 4-B. Representa la tabla de valores normales de la variante (RCD) en varones, representado en percentiles. Tomado de Tanner, 2001.

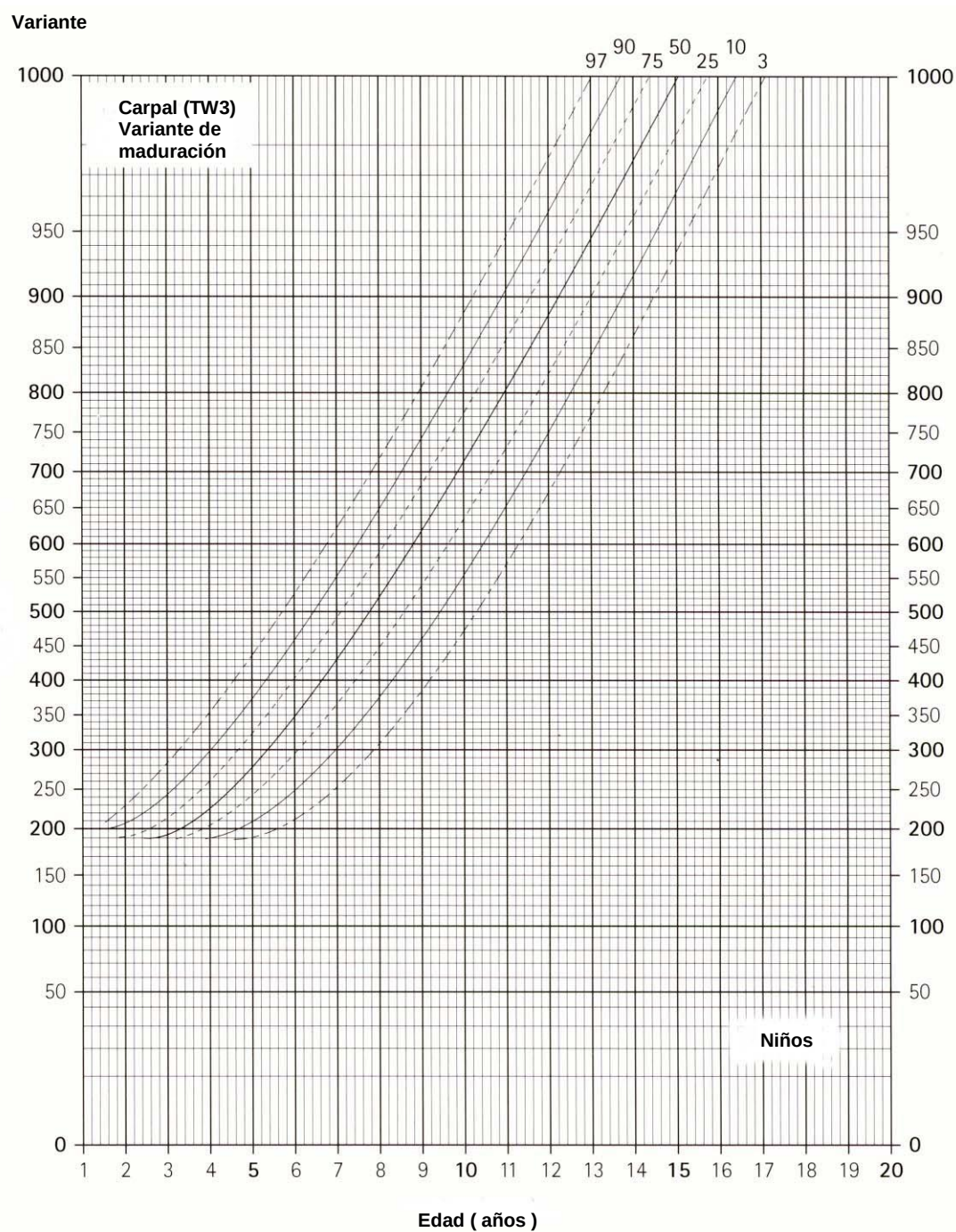


Tabla 4-C. Representa la tabla de valores normales de la variante Carpo en los varones, representado en percentiles. Tomado de Tanner, 2001.

Variante

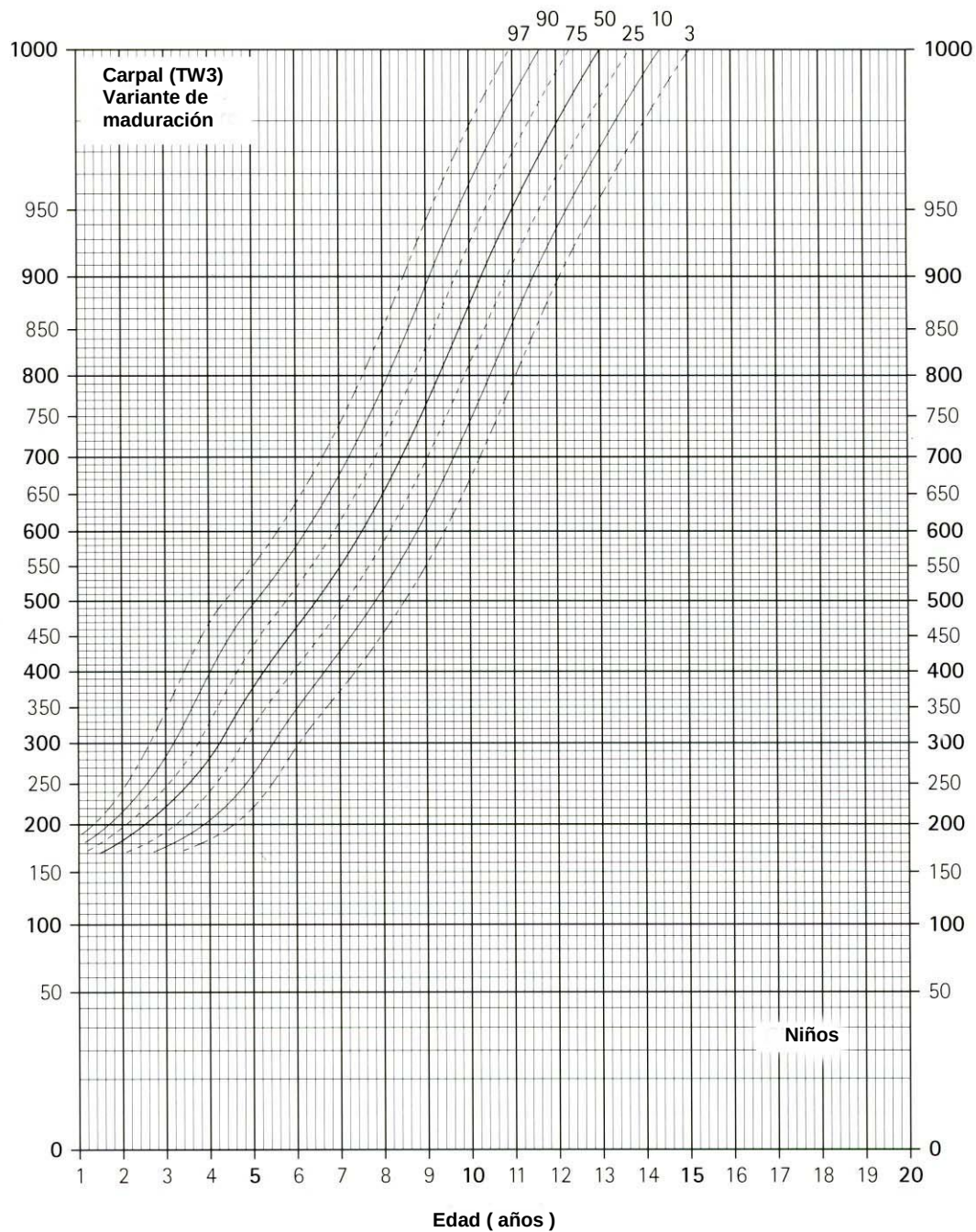


Tabla 4-D. Representa la tabla de valores normales de la variante Carpo en las hembras, representado en percentiles. Tomado de Tanner, 2001.

En un esfuerzo por determinar los patrones propios de los venezolanos se crea el estudio nacional de Crecimiento y Desarrollo humanos de la Republica de Venezuela denominado tambien “Proyecto Venezuela”,²⁹ realizado por **Fundacredesa**, en el año 1976, y consistió en un estudio nacional integral para establecer la identidad del Venezolano, desde el punto de vista Biológico, Socio-económico y Cultural, de allí la importancia de incluirla en este estudio.

Para el estudio, en el crecimiento físico integral usaron los indicadores antropométricos, bioquímicos, óseos, sexuales, neuropediátricos, odontológicos, nutricionales, y psicométricos.

Se tomó en cuenta la maduración ósea evaluada por el método de Tanner (TW-2) y por el Atlas de Greulich y Pyle, para así tratar de establecer patrones de maduración ósea de niños y adolescentes venezolanos y se consideró la influencia que sobre la maduración ósea pudiera tener la nutrición y aspectos como condiciones socio-económicas y posteriormente comparar los resultados con poblaciones Europeas y Americanas .

La muestra analizada fue de 8.320 radiografías carpales, 4030 varones y 4.290 mujeres en etapa prepuberal y puberal, concluyéndose que hubo un adelanto en el inicio de la pubertad

siendo mas evidente en las hembras, sin embargo el crecimiento en los varones es mas prolongado en el tiempo. Esto refleja el patrón de maduración temprana típica de la población del venezolano.

En cuanto a la relación de la maduración ósea con respecto al nivel socio-económico, estrato social y habidad del individuo, se encontró que está mas adelantado en los estratos I-II-III (clase media y alta) y en las zonas urbanas.

Se encontraron diferencias importantes en relación a los patrones utilizados internacionalmente. En las niñas venezolanas se observa un adelanto de la pubertad con respecto a otras poblaciones Americanas.²⁹

3.5 ANÁLISIS DE LAS VERTEBRAS CERVICALES

La edad vertebral se basa en evaluación de diversos eventos de maduración y desarrollo que aparecen en forma secuencial durante la madurez ósea específicamente en las vertebrae cervicales.¹⁸

Se han estudiado diferentes áreas del esqueleto, como alternativa en la búsqueda de nuevos indicadores de maduración y entre éstas se encuentra el hombro, codo, cadera, rodilla, pie y vértebras cervicales, sin embargo la estimación de la edad esquelética mediante

la evaluación de la muñeca y mano sigue siendo el método más exacto y mas utilizado como se dijo anteriormente.³⁰

La principal ventaja de usar las vértebras cervicales es que pueden ser observadas en la radiografía cefálica lateral tomada rutinariamente por el ortodoncista, disminuyendo así la necesidad de usar Radiografías. adicionales que implican aumento de costos y la exposición del paciente a radiaciones innecesarias.³⁰

La espina cervical está formada por las primeras siete vértebras de la columna espinal y entre éstas las dos primeras, el atlas y el axis, son diferentes al resto, siendo de la tercera a la séptima muy similares entre sí.³¹⁻³²⁻³³

El crecimiento de las vértebras cervicales y el análisis de una serie de eventos que en ellas se producen, es utilizado para determinar la edad esqueletica; a tal efecto Lamparski,¹⁸ realizó una investigación en la que utilizó las seis primeras vértebras cervicales en las que evaluó los siguientes indicadores. Fig 43

- Inicio y desarrollo de concavidades en el borde inferior del cuerpo vertebral.

- El aumento vertical o de altura del cuerpo de la vértebra, el crecimiento desigual de la parte anterior y la altura total del cuerpo vertebral, producen cambios morfológicos en la vértebra, que varían su forma inicial trapezoidal, a rectangular, luego cuadrada y por último más alta que ancha.

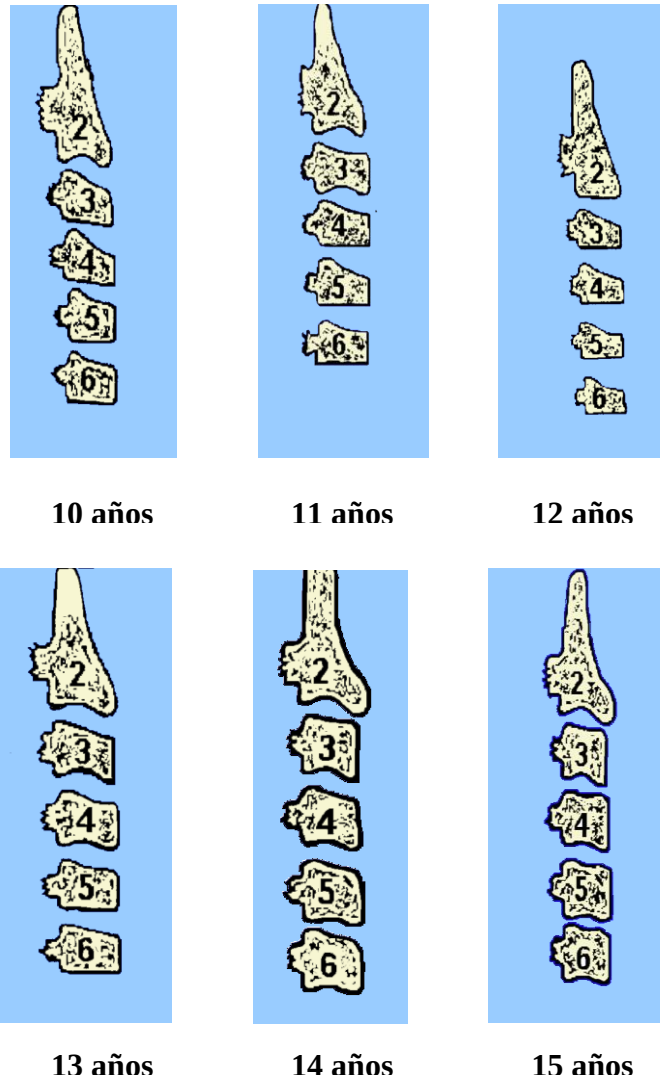


Fig. 43. Representa las vértebras cervicales según la evolución de la edad. Tomado de Lamparski, 1972.

Una desventaja de este estudio es la necesidad de observar hasta la sexta vértebra en la radiografía cefálica lateral, requerimiento difícil de cumplir ya que por lo general se visualiza solo hasta la quinta.¹⁸ Además, no puede calcularse la edad ósea con tanta precisión como ocurre con el método de Greulich y Pyle, ya que lo expresa en años completos sin considerar los meses, lo cual puede ser un problema al momento de explicar las variaciones existentes.

Según el autor, la edad esquelética determinada por este método está un año adelantada con respecto a la obtenida en la radiografía de la mano y muñeca, lo cual debe ser considerado al momento de su determinación .

Atique³⁴, realizó un estudio longitudinal para evaluar la confiabilidad y validez de la metodología usada por Lamparski, para lo cual estableció comparaciones entre la obtenida por este método con la evaluación de la radiografía de mano y muñeca según el método de Greulich y Pyle, en individuos entre 8 a 18 años de edad y encontró una alta correlación entre las estimaciones de la edad esquelética con ambos métodos, especialmente en hembras coincidiendo con los hallazgos de Lamparski, aunque con esto no comprueba su validez clínica, ya que el rango de variación entre dos estimaciones de edad esquelética es muy amplio, lo que limita clínicamente su utilidad, concluyendo por tanto que sigue siendo el

método de la muñeca y mano según Greulich y Pyle el más confiable y exacto para obtener la edad esquelética de un individuo.

Hassel ³⁵, realizó un estudio que consistió en la evaluación de la maduración esquelética usando la 2^{da}, 3^{era}, y 4^{ta} vértebras cervicales vistas en radiografía cefálica lateral y el análisis de Fishman obtenido de la radiografía carpal para establecer las correlaciones esqueléticas que pudieran existir entre ambos métodos.

Se evaluó la presencia o ausencia de curvatura en los bordes inferiores de las vértebras C3 y C4 y la forma general de los cuerpos de ellas, así mismo se estudiaron los espacios intervertebrales.

Los resultados de su investigación están ilustrados en la Fig 43, donde se expresan 6 categorías que indican la maduración de las vértebras cervicales y su relación con la maduración del individuo. De acuerdo a Fishman Fig 41, se usó la nomenclatura SMI que indica (S) Skeletal, (M) Maduración e (I) Indicadores para expresar los estadios de maduración que fueron enumerados del 1 al 11 y que serán descritos a continuación.

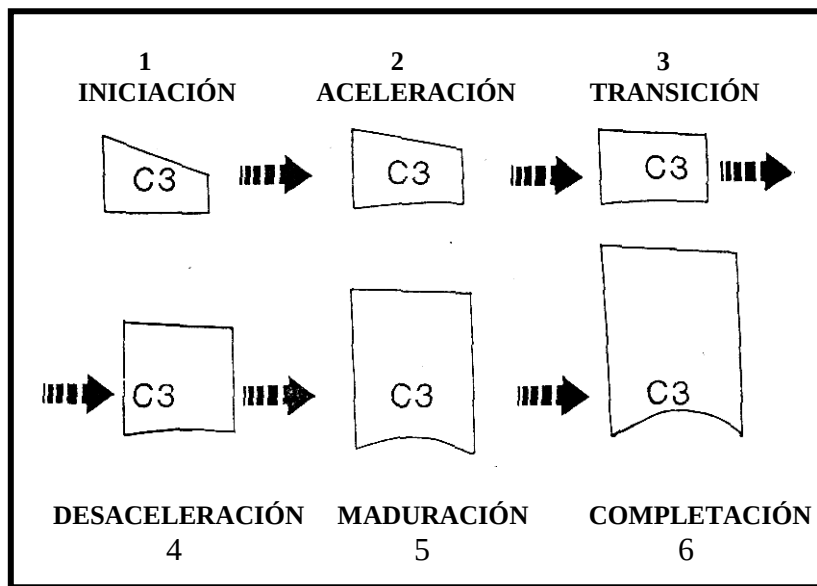


Fig. 44. Representa indicador de maduración de vértebra cervical usando como guía a C3. Tomado de Hassel, 1995

La categoría 1 o **INICIACIÓN** representa el inicio del crecimiento, estando el paciente en una etapa SMI1 y 2 de Fishman, lo que indica que la epífisis y la diáfisis de la falange proximal y media del tercer dedo tienen igual anchura; los bordes inferiores de las vértebras C2, C3 y C4 se observaron planos, los bordes superiores inclinados en dirección postero-anterior y en general en forma de cuña.

La categoría 2 o **ACELERACIÓN** representa una combinación de SMI 3 y 4 de Fishman, lo que indica que la epífisis y la diáfisis de la falange media del quinto dedo se encuentran en igual anchura, y hay osificación del sesamoideo aductor del pulgar. La aceleración de crecimiento estaba empezando en esta etapa, donde se observa

también desarrollo de concavidades en el borde inferior de C2 y C3, mientras que el borde inferior de C4 es plano. Los cuerpos de las vertebrae C3 y C4 tienen forma bastante rectangular.

La categoría 3 o **TRANSICIÓN** representa una combinación de SMI 5 y 6 de Fishman, lo que indica que la epífisis y la diáfisis de la falange distal y media del tercer dedo se encuentran en estado de capuchón y se observan concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3 e inicio en C4. Los cuerpos vertebrales son de forma rectangular. Esta etapa se corresponde a una gran aceleración de crecimiento, que se acerca al PMCP.

La categoría 4 o **DESACELERACIÓN** que corresponde a una combinación de SMI 7 y 8 de Fishman lo que indica que la epífisis y la diáfisis de la falange media del quinto dedo se encuentran en etapa de capuchón y la falange distal del tercer dedo se encuentra fusionada; las vértebras son de forma cuadrada y sus bordes inferiores se hicieron cóncavos.

La categoría 5 o **MADURACIÓN** que corresponde a una combinación de SMI 9 y 10 de Fishman, indica que la epífisis y la diáfisis de la falange proximal y media del tercer dedo se encuentran fusionadas y se observan vértebras de forma cuadrada con bordes

distales bastante cóncavos correspondiendo a la etapa de maduración final de las vértebras y falanges.

La categoría 6 o **COMPLETACIÓN** este corresponde a SMI 11 de Fishman, lo que indica que la epífisis y la diáfisis del radio se encuentran fusionadas, En las vértebras C2, C3 y C4 se observa concavidades profundas en los bordes inferiores, cuyos cuerpos se presentaron cuadrados o rectangulares con dimensión vertical mayor que la horizontal.

4. CONCLUSIONES

1-. La evaluación de la edad esquelética es una ayuda diagnóstica, en aquellos pacientes en los que se requiera precisar su nivel de maduración para determinar consideraciones terapéuticas.

2-. Existen diversos indicadores clínicos usados para determinar el nivel de maduración del individuo como son edad somática, sexual, dental, vertebral y esquelética.

3-. La edad cronológica no es un indicador muy confiable por la gran variabilidad en la maduración encontrada en individuos de la misma edad cronológica.

4-. La menarquia es un indicador retrospectivo que indica que el PMCP ya sucedió.

5-. La edad esquelética es considerada como el indicador del nivel de maduración más confiable y preciso en comparación con los otros indicadores de maduración.

6-. Existen correlaciones fuertes entre el PMCP en altura del cuerpo, y la aparición del hueso sesamoideo aductor.

7-. Existen muchas discrepancias en cuanto a la presencia o no de correlaciones entre la edad dental y la edad esquelética por tal fin se recomienda seguir investigando.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Tood T. W. Atlas of Skeletal Maturation, Part 1, Hand, The C.V. Mosby Co. St. Louis,1937.
2. Proffit W. Ortodoncia, Teoría y práctica. 2^{da}. Ed. Madrid: Editorial Mosby, 1994.
3. Moyers R. E. Handbooks of Orthodontics. Year Book medical publishers, inc, Chicago,1988.
4. Tanner J. M. Educación y desarrollo Físico. Instituto Cubano del libro. La Habana,1971.
5. Canut J. A. Ortodoncia clínica. 2^{da}. Edición. Barcelona Editorial Salvat,1988.
6. Burstone C. J. Process of maturation and growth prediction. American J. Orthodontics, 49:907-919,1963.
7. Enlow D. H. Crecimiento Máxilofacial. 2^{da}. Edición. México. Editorial Interamericana,1984.

8. Boas F. Studies in growth-II. Hum. Biol. 5:429, 1993.
9. Woodside D; Metaxas AM; Altuna G. Some effects of activator treatment on the growth rate of the mandible and the position of the midface. Trans. Third inter. Orthod. Cong. 443. Crosby. Lockwood. Staples, London, 1973.
10. Björk A. and Helms, S. Predicción of the age of maximum puperal growth in body height. Angle Orthodontics, 37:134-143,1967.
11. Águila F. J; Enlow. D. Crecimiento craneofacial ortodoncia y ortopedia. 1^{ra} Edición. Editorial Aguiram S.L. Barcelona. España, 1993.
12. Graber T; Swain B. Current principles and techniques.1^{ra} Edición. The C.V. Mosby Company. Sta. Louis-Toronto-Princeton, 1985.
13. Toledo M. La maduración dental como indicador del crecimiento facial. Trabajo de investigación realizado en la Facultad de Odontología. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1976.

14. Sutow W. W; Terasaki T. and Onwada K. Comparison of skeletal maturation with Dental Status in Japanese children, Pediatrics 14: 327-333, 1954.
15. Falkner F. Deciduous tooth eruption, Arch. Dis. Child. 32: 386, 1957.
16. Robinow M. The eruption of the deciduous teeth. J. Trop. Pediatr. Environ. Child Health, 19: 200, 1973.
17. Garn S. M; Lewis A. B. y Pollachek D.L. Variability of tooth formation. J. Dent. Res. 38:135, 1960.
18. Lamparski D. Skeletal Age Assessment Utilizing Cervical Vertebrae (Thesis) Pittsburgh: University of Pittsburgh, 1972.
19. Greulich W; Pyle S. Radiographic Atlas of skeletal development of the Hand and Wrist. Second Edition. Stanford Univ. Press, Stanford, California, 1959.
20. Villavicencio J. A; Fernández M. A; Magaña L. Ortopedia Dentofacial. Tomo 1, 1^{era} Edición. Editorial Actualidades Médico Odontológica Latinoamérica. México, 1996.

21. Björk A. Timming of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation. Trans. Euro. Orthod. Soc. 48: 61, 1972.
22. Dreizen S; Snodgrass R. M; Webb P, H. Parker, G. S, and Spies, T. D. Bilateral Symmetry of Skeletal Maturation in the Human Hand and Wrist, American Medical Association Journal of Diseases of Children, 93: 122-27, 1957.
23. Grave K. C and Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. Am. J. Orthod. 69: 611, 1976.
24. Rakosi T; Irmtrud J. Atlas de Ortopedia Maxilar: Diagnostico. Ediciones científicas y Técnicas, S.A. Barcelona, España, 1992
25. Fishman L. S. Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation. The Angle Orthodontist: vol. 52. Nº 2. April, 1982.
26. Tanner J. M; Whitehouse R. H. and Healy M. J. R. A new System for Estimating Skeletal Maturity from The Hand and Wrist, with Standards Derived from a Study of 2,600 Healthy British Children. Paris: Centre International de l'Enfance, 1962

27. Tanner J. M; Whitehouse R. H; Marshall A; Healy, M, and Goldstein H. Assessment of Skeletal maturity and prediction of Adult height (TW-2 Method), London. Ed. Academic Press, 1975.
28. Tanner J. M; Healy H; Goldstein N; Cameron S.L. Assessment of Skeletal Maturity and predction of Adult height (TW3 Method). Third Edition. Edit. W. B. Saunders. London, 2001.
29. Proyecto Venezuela, Fundacredesa. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la Republica de enezuela. Tomo II. Caracas. Venezuela, 1995
30. Krogman W.M. Child Growth. Ann Arbor. University of Michigan, 1972.
31. Bick E; Copel J. Longitudinal growth of the human vertebrae. J. Bone Joint. Surg. 32A:803-13, 1950.
32. Rhotman R.H, Simeone F. A.The espine. Vol I. Philadelphia: W. B. Saunders, 1975.
33. Gray H; Clement C. D. Ed. Anatomy of the human body, 30th ed. Phipadelphia: lea & Febiger, 1976.

34. Atique M. I. Tesis de Grado. Evaluación del método de Lamparski para determinar la edad esquelética con las vértebras cervicales. Universidad de Pensilvania, 1999.
35. Hassel B; Farman A.G. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. AJO, 107: 58-66, 1995.

