



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EVALUACIÓN DE LA RADIOGRAFÍA CARPAL Y
VÉRTEBRAS CERVICALES PARA DETERMINAR LA
EDAD ÓSEA.**

T E S I N A

Que para obtener el título de

CIRUJANO DENTISTA

P r e s e n t a :

RAÚL ARCOS OLIVARES

**DIRECTOR. C.D. JAVIER ALEJANDRO ROMERO GUIZAR
ASESORA: C.D. FABIOLA TRUJILLO ESTEVES.
ASESORA: C.D. GEORGINA AVILÉS CORONEL**

MÉXICO D. F.

2006



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.



A DIOS:

Por haberme permitido llegar a este punto de mi vida, que ha sido muy importante para mi y toda mi familia. Gracias Dios.

A MIS PADRES Y HERMANOS:

Por que gracias a su apoyo y consejo he llegado a realizar la más grande de mis metas, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

A MI UNIVERSIDAD:

La Universidad Nacional Autónoma de México, que siendo la más grande e importante de México, he tenido la dicha de estudiar en sus aulas, con sus profesores, los cuales te hacen ser mejor cada día.

ÍNDICE:

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	CRECIMIENTO Y DESARROLLO	6
3.	¿QUE ES UNA RADIOGRAFÍA?	30
4.	TIPOS DE EDADES	31
	4.1 <i>Cronológica</i>	31
	4.2 <i>Biológica</i>	32
	4.3 <i>Ósea</i>	35
5	PICO DE CRECIMIENTO	36
6	RADIOGRAFÍA CARPAL	38
	6.1 <i>Anatomía de la mano</i>	38
	6.2 <i>Radio</i>	38
	6.3 <i>Cúbito</i>	38
	6.4 <i>Huesos del carpo</i>	38
	6.5 <i>Metacarpo</i>	40
	6.6 <i>Falanges</i>	40
	6.7 <i>Especificaciones de la radiografía</i>	41
7	MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA EDAD ÓSEA. (INTERPRETACIÓN DEL CRECIMIENTO ÓSEO.)	46
	7.1 <i>Método de Björk</i>	46
	7.2 <i>Greulich y Pyle</i>	53
	7.3 <i>Tanner y Whitehose</i>	53
	7.4 <i>Eklof y Ringertz</i>	54



8	VÉRTEBRAS CERVICALES	56
	8.1 <i>Anatomía</i>	56
	8.2 <i>Estadios evolutivos</i>	59
9	APLICACIONES	67
10	CONCLUSIONES	68
11	PROPUESTA	68
12	FUENTES DE INFORMACIÓN	69



1. INTRODUCCIÓN.

La determinación de la madurez esquelética a través de las radiografías carpales y vértebras cervicales cada vez es más usado en tratamientos de ortopedia y ortodoncia.

Hoy en día es muy importante saber cuando podemos realizar ortopedia aprovechando el desarrollo óseo (pico de crecimiento), para obtener mejores resultados y cuando los pronósticos son reservados, por la madurez ósea del paciente.

Así el aprovechamiento que se tiene de éstas radiografías es muy importante, como estudios complementarios para llegar a un diagnóstico y un pronóstico más acertado, sin dar al paciente expectativas de más, de las que se puedan alcanzar.

El uso de las radiografías carpales, como auxiliares del diagnóstico en diferentes áreas como pediatría, ortodoncia y ortopedia maxilofacial, permiten analizar el grado aproximado de maduración esquelética de individuos en crecimiento.¹

Es obvio que el disponer de una herramienta confiable, que nos proporcione este tipo de información es particularmente interesante para el especialista en ortodoncia, sobre todo en aquellos casos en donde la terapia ortopédica de los maxilares está indicada, ya que en ocasiones el contar con la certeza de que aún existe un remanente de crecimiento, se vuelve crítico.¹

Existen otros índices de crecimiento como la maduración sexual, la edad cronológica, la erupción dental, el peso y la talla, pero que no son tan confiables por que varía en cada individuo sin tener un estándar de crecimiento confiable.¹



2.CRECIMIENTO Y DESARROLLO.

Crecimiento:

Se entiende por crecimiento el aumento de las dimensiones de la masa corporal. Esto es debido a la hipertrofia e hiperplasia de los tejidos constitutivos del organismo. El crecimiento es resultado de la división celular y el producto de la actividad biológica, encontrándose asociado regularmente con el aumento de tamaño. Esta definición, por tanto, nos señala el carácter cuantitativo del crecimiento, o sea, que puede ser medido en función de cm/año o gramos/día.²

El crecimiento es un fenómeno biológico complejo, y representa una parte vital en el desarrollo normal de todos los niños. El crecimiento es especialmente rápido en la niñez, y especialmente durante el primer año de vida; en este tiempo puede triplicarse el peso en relación con el peso al nacer, y también se produce un aumento del 50% en longitud.

El crecimiento se consigue por una doble acción: un aumento en el tamaño de las células del cuerpo, y un aumento en su número real. Tanto el crecimiento como la división celular depende de la capacidad de las mismas para asimilar los nutrientes que encuentran en el ambiente en que se desarrollan. Así, los alimentos son usados por el cuerpo para construir nuevas estructuras celulares. El crecimiento no puede seguir manteniendo los valores tan elevados del primer año de vida. De hecho el crecimiento de un individuo sufre cambios previsibles a lo largo de la vida. Un modelo predeterminado de crecimiento puede considerarse en seis etapas, como se muestra a continuación:³



FETAL	LOS NUEVE MESES DEL DESARROLLO EN LA MATRIZ
INFANTE	DESDE EL NACIMIENTO AL PRIMER AÑO
NIÑEZ TEMPRANA	DESDE EL PRIMER AL TERCER AÑO
NIÑEZ TARDÍA	DESDE EL TERCER AL DÉCIMO AÑO
PUBERTAD	ENTRE LOS DIEZ Y CATORCE AÑOS (DEPENDIENDO DEL SEXO DEL NIÑO)
ADOLESCENCIA	ENTRE LOS CATORCE Y DIECIOCHO AÑOS

Se sabe que el crecimiento es el aumento en tamaño o masa que acompaña el desarrollo normal. El crecimiento humano muestra variaciones considerables en la edad cronológica y entre individuos que presentan eventos similares, se ha distinguido cuatro índices fisiológicos: maduración sexual, esquelética, dental y somática. Además autores como Hägg y Taranger han visto que el desarrollo dental, en relación con el crecimiento puberal, es más avanzado y puede obtenerse la identificación de la presencia del pico de crecimiento a través del desarrollo sexual (menarca y cambios de voz) y de la radiografía carpal.⁴

Desarrollo:

El desarrollo se refiere a los procesos de cambios cuantitativos y cualitativos que tienen lugar en el organismo humano y traen aparejados 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 que se constituye como una simple célula hasta la muerte. Es



necesario aclarar que las modificaciones en el tamaño y en la función de un órgano no pueden ser separadas.²

El crecimiento y el desarrollo no se producen en el niño independientemente, sino que representan una diversidad y continuidad de interacciones entre la herencia y el ambiente, manteniendo las proporciones. Los términos 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.²

Maduración:

El término maduración representa para muchos los 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 éste ha alcanzado su mayor grado de perfeccionamiento funcional.²

El crecimiento y desarrollo faciales son procesos morfogénicos encaminados hacia un estado de equilibrio funcional y estructural entre todas las múltiples partes regionales del tejido duro y blando en crecimiento y cambio.⁵

La comprensión detallada de la morfogénesis facial es fundamental para que el clínico comprenda de manera cabal:

- 1) Las diferencias entre normal y el espectro de anormalidad,
- 2) Las razones biológicas de tales distinciones y las variaciones virtualmente ilimitadas,
- 3) Los fundamentos racionales empleados en el diagnóstico, la planeación terapéutica, la selección de los procedimientos clínicos convenientes, y



-
- 4) Los factores biológicos que apoyan los problemas clínicos importantes de la retención, la recidiva y el rebote luego del tratamiento.⁵

La maduración, es la aptitud para la función. En la maduración hay que diferenciar una maduración esquelética y una maduración funcional. Las dos no tienen un ritmo igual, pero deben coincidir en determinado momento para que las estructuras funcionen en armonía. La armonía morfofuncional pues, es el objetivo fundamental de nuestro tratamiento con respecto a la función y a la estética. Resumiendo: Crecimiento es aumento de tamaño, desarrollo es diferenciación y maduración es aptitud para la función.³

El tejido óseo.

El crecimiento craneofacial es muy importante en ortodoncia, ya que las variaciones en la morfología craneofacial son la fuente de maloclusiones muy serias, y los cambios clínicos de crecimiento y la morfología ósea son una base fundamental del tratamiento ortodóncico.(fig 1)²



fig.1 crecimiento craneofacial (Vellini)

Las superficies interna y externa de un hueso están recubiertas por una especie de mosaico de “campos de crecimiento”. La superficie externa, sin embargo, no es toda de aposición como uno pudiera presumir. ²

Aproximadamente, la mitad de la superficie periosteal (externa) de todo hueso tiene una disposición característica de campos de reabsorción; un patrón característico de campos de aposición cubre el resto. Si un área periosteal dada tiene un tipo de campo de reabsorción, la superficie interna opuesta (endosteal) de esa misma área tiene un campo de aposición. Estas combinaciones producirán los movimientos de crecimiento característicos de todas las partes de cualquier hueso. ²

El hueso no crece por sí mismo, sino que el crecimiento es producido por la matriz de tejido blando que encierra a cada hueso en su totalidad.



Los determinantes genéticos y funcionales de crecimiento residen en los tejidos laxos. El crecimiento no es “programado” dentro de la parte mineralizada del hueso en sí. El “molde” para el diseño, construcción y crecimiento de un hueso yace en el complejo de los músculos, lengua, labios, carrillo, tegumentos, mucosa, tejidos conectivos, nervios, vasos sanguíneos, vía aérea, faringe, cerebro (como una masa), tonsilas, adenoides y así sucesivamente.²

La remodelación es una parte básica del proceso de crecimiento. La razón por la cual el hueso debe remodelarse durante el crecimiento es por que sus partes regionales resultan movidas; la derivación mueve cada parte desde un lugar hacia otro a medida que el hueso crece en su totalidad. Esto requiere cambios de remodelación en secuencia en la forma y tamaño de cada región. El crecimiento y la remodelación son, en efecto, partes inseparables del mismo proceso. Ahora es posible comprender por qué casi la mitad de un hueso dado debe y puede tener una superficie externa (periosteal) reabsorbida a medida que el hueso aumenta de tamaño globalmente.²

La razón es que el hueso no sólo se agranda simétricamente por nueva aposición ósea (uniformemente sobre todas las superficies externas), sino que más bien cada una de las partes regionales del hueso vienen relocalizadas hacia nuevas posiciones en secuencia.

El hueso se forma, según los tejidos en cuestión, con cartílago o tejido conectivo.²

Teorías de crecimiento y desarrollo.

Teoría del control genético.

Establece que el genotipo aporta toda la información necesaria para la expresión fenotípica, sin embargo, aunque generalmente se acepta el papel



de los genes, no existe un acuerdo sobre si factores generales, regionales y locales modifican la expresión de dichos genes y sobre la forma en que se produce esa modificación.⁶

Teoría de la matriz funcional.

Según la teoría de la matriz funcional (M.L. Moss, 1960, 1962, 1997), en la morfogénesis craneofacial intervienen factores regionales y locales. El crecimiento del cartílago y el hueso parece ser una respuesta compensatoria al crecimiento de la matriz funcional; la matriz funcional está constituida por músculos, nervios, glándulas y dientes. Se conocen dos tipos de matriz funcional: perióstica y capsular. El crecimiento de la matriz funcional es de tipo primario, mientras que el de una unidad esquelética es de tipo secundario. La teoría de la matriz funcional ha dado origen a numerosas investigaciones experimentales y clínicas, pero también ha generado una controversia muy fructífera.⁶

Teoría del servosistema

Si el crecimiento se produce por división celular de condroblastos diferenciados (cartílagos epifisarios de los huesos largos y cartílagos de las sincondrosis de la base del cráneo y el tabique nasal, que derivan todos ellos del esqueleto cartilaginoso primario del organismo), parece estar sometido a factores extrínsecos generales, y más específicamente a la hormona somatotrópica (STH)-somatomedina, las hormonas sexuales y la tiroxina. En este caso el efecto de los factores biomecánicos locales queda reducido a una modulación de la dirección del crecimiento.

Si el crecimiento se produce por divisiones celulares de los precondroblastos (cartílagos condíleo, coronoides y angular del maxilar inferior; cartílago de la



sutura palatina media, y toda la formación secundaria durante la filogénesis y la ontogénesis), queda sometido en parte a factores extrínsecos locales. En este caso es posible modular la magnitud del crecimiento mediante los aparatos ortopédicos apropiados.⁶

Características biológicas de los cartílagos primarios y secundarios.

En los cartílagos primarios (p.ej. epífisis, sincondrosis esfenooccipital, tabique nasal) los condroblastos se dividen y sintetizan matriz intercelular. En los cartílagos secundarios (p.ej. condíleo, coronoides, angular y cartílagos de algunas suturas craneofaciales) los precondroblastos no están rodeados todavía por matriz cartilaginosa. Cuando los precondroblastos secundarios empiezan a sintetizar la matriz cartilaginosa, normalmente dejan de dividirse. En los cartílagos primarios la matriz cartilaginosa parece aislar los condroblastos en división de aquellos factores locales que pueden limitar o estimular la velocidad del crecimiento condral, mientras que en los cartílagos

secundarios las células en proceso de división no están rodeadas por la matriz cartilaginosa y, por consiguiente, no están aisladas de la influencia de factores locales. Los factores extrínsecos locales pueden modificar la velocidad de crecimiento del cartílago secundario.⁶

La hormona del crecimiento y sus mediadores: mecanismo de acción sobre diferentes variedades de cartílago.

El crecimiento del cartílago epífisario de los huesos largos, el cartílago de la sincondrosis esfenooccipital, las masas cartilaginosas laterales del etmoides y el cartílago situado entre el cuerpo y las alas mayores del esfenoides (todos los cuales derivan del esqueleto cartilaginoso primario del organismo) está



sometido a factores extrínsecos generales y a los efectos de la STH-somatomedina. En este caso, los aparatos ortopédicos pueden modificar la dirección, pero no la magnitud del crecimiento.

El crecimiento de los cartílagos condileo, coronoides y angular del maxilar inferior, el cartílago de algunas suturas craneales y el cartílago del callo posfractura (todos ellos formados secundariamente durante la filogénesis y la ontogénesis) está sometido a factores extrínsecos locales (epigenéticos) y a los efectos de la STH-somatomedina. En este último caso, los aparatos ortopédicos apropiados pueden modificar tanto la dirección como la magnitud del crecimiento.⁶

Osificación endocondral.

Según Scout (1953, 1954, 1967), el cartílago es el factor primordial en el control del crecimiento craneofacial (es decir, la sincondrosis, el tabique nasal y el cóndilo mandibular son los centros de crecimiento). Se considera que el crecimiento a nivel de las suturas es un elemento compensador en la teoría del crecimiento dirigido por el cartílago.⁶

Es un tipo de formación ósea característica de aquellos lugares de elevada compresión, tales como los huesos asociados a las articulaciones diartrosis y la base craneal. El origen es una masa cartilaginosa que es sustituida por tejido óseo progresivamente. El cartílago no se transforma en hueso y esto es un concepto de gran importancia.²

Según Moyers y Enlow (1988), hay cuatro ideas básicas sobre la interfase cartílago-hueso en la formación ósea endocondral:

1. el cartílago es rígido y firme, pero no comúnmente calcificado, cumpliendo tres funciones fundamentales:
 - a) flexibilidad (nariz).



b) Tolerancia a la presión (cartílago epifisario y crecimiento epifisario).

c) Sitio de crecimiento (sincondrosis esenooccipital).

2. el cartílago crece aposicionadamente, por su membrana condrogénica, e intersticialmente, por las divisiones celulares de los condrocitos y agregados a su matriz intercelular.
3. el hueso está adaptado a la tensión y no crece directamente en zonas de presión como puede hacerlo el cartílago.
4. los cartílagos de crecimiento aparecen donde es necesario crecimiento lineal hacia la dirección de la presión.²

Osificación intramembranosa.

Es la más antigua desde el punto de vista filogenético; las células indiferenciadas se transforman en osteoblastos para elaborar la matriz orgánica osteoide, la cual se osificará.²

El tejido óseo intramembranoso puede ser resumido también de la siguiente forma:

- 1) el crecimiento óseo membranoso se produce en zonas de tensión (periostio, suturas y periodonto).
- 2) Hay constante depósito y reabsorción como parte del remodelado.
- 3) La membrana periodontal convierte las presiones ejercidas sobre los dientes durante las funciones oclusales en tensión sobre las fibras colágenas que unen el hueso al diente.²



Crecimiento del cráneo.

El cráneo se divide en neurocráneo, que aloja la masa encefálica, y el viscerocráneo, donde se encuentran las vísceras, espacios aéreos, etc. El neurocráneo se divide, a su vez, en bóveda y base craneanas.²

Crecimiento de la bóveda craneana.

El crecimiento de la bóveda craneana se realiza sobre tejido conectivo o membranoso, es decir, osificación intramembranosa hasta constituir los huesos denominados díploides (dos capas externas de tejido compacto y una interna de tejido esponjoso).

El principal mecanismo de crecimiento es el de las suturas situadas en la unión de dos de los huesos planos que la forman. Este crecimiento se debe al empuje realizado por el cerebro que permite una expansión a nivel de los bordes con una proliferación posterior.²

Crecimiento de la base craneana.

El crecimiento de la base craneana o basicráneo, como también se le denomina, es endocondral. La elongación de la base craneal se produce por el crecimiento a nivel de las sincondrosis y el crecimiento cortical. Las sincondrosis más importantes son la occipitoesfenoidal, la intraesfenoidal y la esfenoidomoidal.

De ellas la occipitoesfenoidal es la que más contribuye en la elongación de la base por su mayor duración, ya que puede producirse su cierre después de la adolescencia, entre 16 y 20 años aproximadamente. Y la intraesfenoidal



se osifica antes o inmediatamente después del nacimiento y la esfenoidomoidal entre los 3 y 5 años, también aproximadamente.

En general, en la base se encuentran superficies de aposición y reabsorción que ayudan a la conformación definitiva de la misma. La fosa craneal media se agranda por reabsorción endocraneal y aposición ectocraneal, así como también por crecimiento en la sincondrosis esfenoccipital y las suturas craneales.²

Crecimiento del complejo nasomaxilar.

El complejo nasomaxilar está íntimamente asociado con la base craneana y funcionalmente lo está también con la mandíbula. En él se encuentran gran parte de las estructuras del viscerocráneo tales como ojos, vías aéreas, terminaciones olfatorias, etc.

Son varios los mecanismos de crecimiento del complejo nasomaxilar, entre los que se encuentran el sutural, el septum nasal, periosteal y endosteal, así como también los cambios dimensionales de los procesos alveolares.

Los mecanismos de reabsorción y aposición juegan un papel importante para el alcance de la talla adulta. El brote de los molares permanentes es un elemento que contribuye al crecimiento anteroposterior.²

El paladar crece en dirección inferior por aposición subperiosteal en la superficie bucal y reabsorción en el lado opuesto. El complejo nasomaxilar es desplazado hacia abajo y hacia delante simultáneamente, no debiendo olvidar el crecimiento que se produce en la unión con la base craneal anterior, que facilitan también el desplazamiento anteroinferior.²

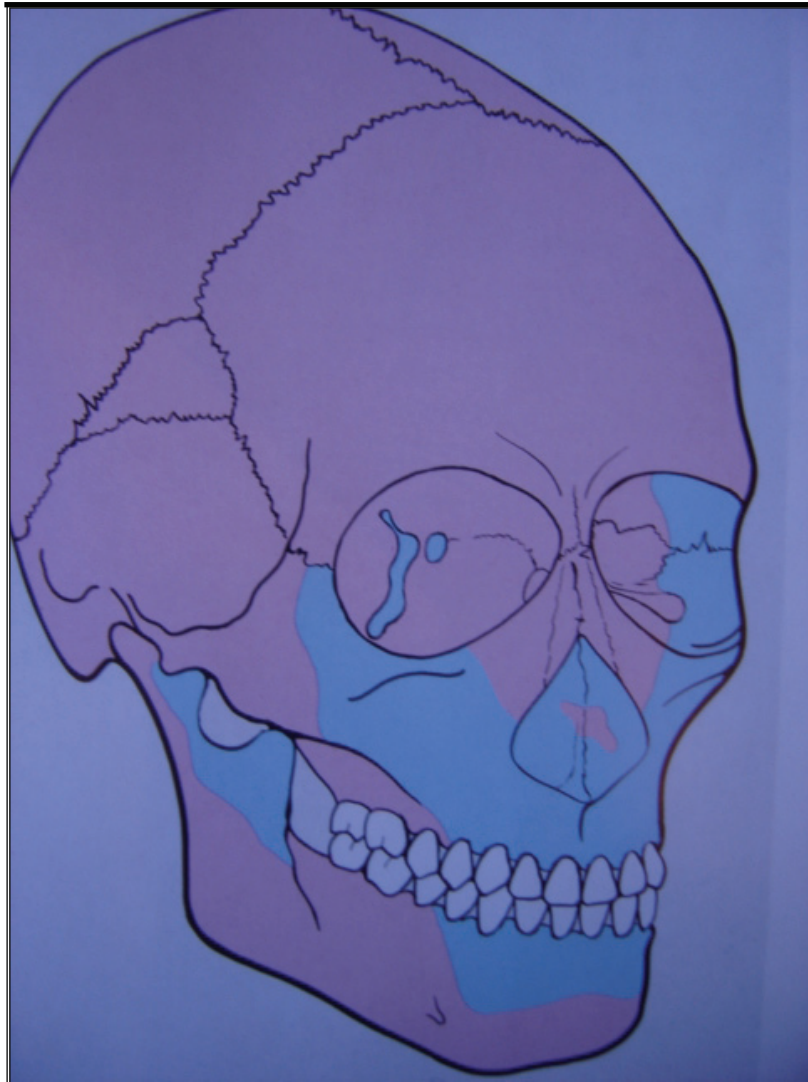


fig 2 crecimiento del complejo nasomaxilar y craneal. (Rakosi)

Crecimiento mandibular.

El cóndilo carece de importancia para el desarrollo de las demás porciones de la mandíbula, y el desplazamiento de la mandíbula provocado por el desarrollo tiene lugar sin que se produzca contacto entre el cóndilo y la base del cráneo.⁷



El crecimiento mandibular podemos resumirlo de la siguiente forma: el borde posterior de la rama de la mandíbula tiene un crecimiento posterolateral por aposición, mientras que se produce una reabsorción compensadora en el borde anterior.²

La combinación del crecimiento condilar y de la rama produce:

- a) Transposición posterior de la rama.
- b) Desplazamiento del cuerpo mandibular hacia delante.
- c) Un alargamiento vertical de la rama.
- d) Articulación movable durante estos cambios de crecimiento.²

Toda la rama crece posteriormente para proporcionar el alargamiento del cuerpo. El crecimiento óseo ocurre en el cóndilo mandibular y a lo largo de la parte posterior de la rama en la misma extensión que la parte anterior ha sufrido resorción. (fig. 3)²



fig. 3 crecimiento mandibular (Rakosi)

El aparato branquial, desarrollo de la cabeza y cuello.

Durante la cuarta y quinta semana del desarrollo embrionario del ser humano, se observan en la región craneal lateral barras mesodérmicas denominadas Arcos Branquiales (Arcos Faríngeos).

Los arcos faríngeos empiezan a desarrollarse en la etapa temprana de la cuarta semana y se presentan en forma de elevaciones oblicuas y redondeadas a cada lado de la cabeza y la futura región del cuello.

Para el final de la cuarta semana, por fuera se ven netamente cuatro pares de arcos branquiales, el quinto y sextos arcos son rudimentarios, poco precisos.(fig 4)¹



Los arcos están separados entre sí por hendiduras branquiales. Los arcos branquiales forman el sostén de las paredes laterales de la porción craneal del intestino anterior o faringe primitiva.

En un período incipiente del desarrollo embrionario, el estomodeo está separado del intestino anterior o faringe primitiva por una membrana bilaminar. La membrana bucofaríngea o lámina bucofaríngea. Esta consiste por capa externa de células ectodérmicas y una capa interna de células endodérmicas.

Los arcos branquiales se numeran en sucesión cráneo-caudal. El primero o arco mandibular, se desarrolla a partir de dos prominencias, éstas son:

- 1) El proceso mandibular, más grande, y que forma el maxilar inferior (mandíbula), y
- 2) El proceso maxilar, pequeño, que contribuye a formar el maxilar superior.¹

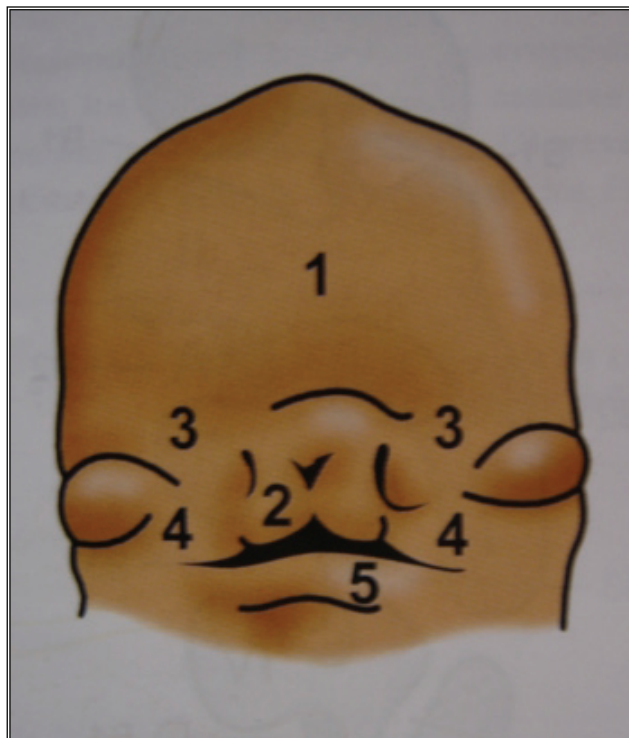


fig4 (1)proceso frontal, (2) nasal medial, (3) nasal lateral, (4) maxilar, (5) mandibular. Vellini.



El arco hioideo o segundo arco branquial, contribuye a formar el hueso hioides y las regiones adyacentes del cuello.¹

Componentes de un arco branquial.

Cada arco branquial tiene un centro mesodérmico, y está cubierto hacia afuera por ectodermo, y hacia dentro por endodermo. Las células de las crestas neurales, que provienen del neuroectodermo emigran hacia los arcos branquiales a partir de la cresta neural, y rodean al mesodermo de cada arco. El mesodermo origina los músculos que provienen de cada arco. Las células de la cresta neural en los arcos branquiales, originan un mesodermo, denominado mesoectodermo, éste originará el tejido óseo, cartilaginoso y conectivo en general, de la porción inferior de la cara, y región del cuello.¹

Destino de los arcos branquiales.

Los arcos branquiales contribuyen extensamente a la formación de la cara, del cuello, cavidades nasales, de la boca, laringe y faringe. El primer arco branquial tiene relación con el desarrollo de la cara.(fig 5)¹

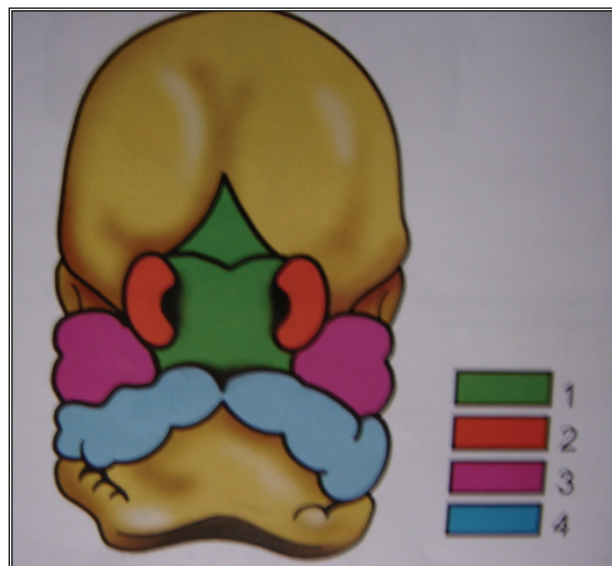


fig 5 procesos embriológicos de la cara (Vellini)



Formación de la cara.

El primer arco branquial participa en el desarrollo de la cara, así mismo, lo hace el proceso o prominencia frontonasal o frontal, éste se ubica y forma el límite superior del estomodeo, y resulta de la proliferación del mesénquima ventral al cerebro en desarrollo.

El primer arco branquial origina a los procesos maxilares pareados, los cuales forman los límites laterales del estomodeo, y a los procesos mandibulares, los cuales forman el límite inferior del estomodeo.

Los cinco primordios faciales: frontal, maxilares y mandibulares (ambos pares), aparecen alrededor del estomodeo o boca primitiva en la etapa temprana de la cuarta semana.

Para el final de la cuarta semana, a cada lado de la porción inferior de la prominencia frontonasal o frontal aparecen engrosamientos bilaterales ovalados del ectodermo, llamados plácodas nasales, el mesénquima prolifera en los bordes de dichas plácodas, lo cual produce unos rebordes llamados procesos nasomedianos y nasolaterales. Los procesos maxilares crecen rápidamente y pronto se acercan entre sí y a los procesos nasomedianos. Cada proceso nasolateral está separado de los procesos maxilares por una hendidura o pliegue, que recibe el nombre de surco nasolagrimal. Dicho surco, es ocupado por un engrosamiento lineal del ectodermo que se forma en el suelo del conducto nasolagrimal. El engrosamiento origina un cordón epitelial macizo que se separa del ectodermo y se hunde en el mesénquima. En etapa ulterior, este cordón se canaliza y se forma el conducto nasolagrimal o lacrimonasal.

Dicho conducto drena en el meato nasal inferior, a nivel de la pared lateral de la cavidad nasal. Cuando la porción inferior de éste conducto no se canaliza, esto es causa de la malformación congénita llamada Atresia del conducto nasolagrimal.(fig 6)¹

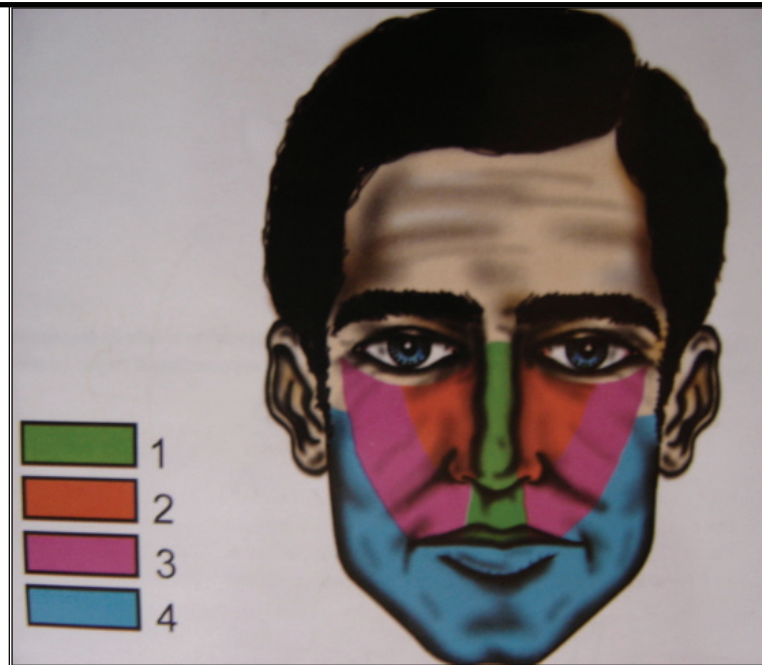


fig 6 formación de la cara (Vellini)

El sistema esquelético se desarrolla a partir del mesodermo paraxial, la lámina lateral del mesodermo (hoja somática) y la cresta neural.

El mesodermo paraxial forma bloques de tejido a cada lado del tubo neural, denominados somitómeros en la región cefálica y somitas en la región occipital hacia el extremo caudal.

Los somitas se diferencian en el esclerotoma y dermomiótoma. Al finalizar la cuarta semana, las células del esclerotoma se tornan polimorfas y constituyen un tejido laxo, el mesénquima o tejido conectivo embrionario.

Las células mesenquimáticas emigran y se diferencian de muchas maneras: pueden convertirse en fibroblastos, condroblastos u osteoblastos.

La capacidad de formar hueso que tiene el mesénquima también tiene lugar en la hoja somática del mesodermo de la pared corporal, que aporta células mesodérmicas para formar las cinturas escapular y pelviana y los huesos largos de las extremidades.⁸



Las células de la cresta neural de la región de la cabeza se diferencian en mesénquima y participan en la formación de los huesos de la cara y del cráneo.

Los somitas y los somitómeros occipitales contribuyen también a la formación de la bóveda craneana y de la base del cráneo.

En algunos huesos, el mesénquima de la dermis se diferencia directamente en hueso, proceso que recibe el nombre de osificación membranosa, pero en la mayoría de los huesos, las células mesenquimáticas dan origen primero a moldes de cartílago hialino los cuales, a su vez, se osifican por el proceso de osificación endocondral.⁸

Desarrollo y crecimiento de las extremidades

Los primordios de las extremidades aparecen a modo de evaginaciones de la pared ventrolateral del cuerpo al término de la cuarta semana de desarrollo.

En un principio están formados por un centro de mesénquima derivado de la hoja somática de la lámina lateral del mesodermo que formará los huesos y tejidos conectivos de la extremidad.

En el borde distal de los primordios, el ectodermo está engrosado y forma la cresta ectodérmica apical. Esta cresta tiene influencia inductiva sobre el mesénquima adyacente, lo que hace que éste se mantenga como una población de células no diferenciada en proceso de rápida proliferación, conocida como zona de progreso.

A medida que crece la extremidad, las células que se encuentran alejadas de la influencia de esta cresta comienzan a diferenciarse en cartílago y músculo. De esta manera, el desarrollo de la extremidad se produce en dirección próximo distal. En embriones de seis semanas, la porción terminal de los primordios se aplana y forma las placas de la mano del pie y se separa del segmento proximal por una constricción circular.⁸



Más tarde, una segunda constricción divide la porción proximal en dos segmentos y entonces pueden identificarse las partes principales de las extremidades.

Los dedos de las manos y de los pies se forman cuando la muerte celular en la cresta ectodérmica apical separa a esta cresta en cinco partes.

La ulterior formación de los dedos depende de su continua evaginación que se produce por influencia de los cinco segmentos del ectodermo de la cresta, la condensación del mesénquima para formar los rayos digitales cartilaginosos y la muerte del tejido intercalado entre los rayos.

Mientras se establece la configuración externa, el mesénquima de los primordios comienza a condensarse y las células se diferencian en condrocitos.

Hacia la sexta semana de desarrollo pueden identificarse los primeros moldes de cartílago hialino que preanuncian la formación de los huesos de las extremidades. Las articulaciones se forman en las condensaciones cartilaginosas cuando se detiene la condrogénesis y se induce una interzona articular. Las células de esta región incrementan su número y densidad, y a continuación se forma una cavidad articular por muerte celular. Las células que la rodean se diferencian en la cápsula articular.

La osificación de los huesos de las extremidades, comienza hacia el final del período embrionario. Hacia la duodécima semana de desarrollo se encuentran en todos los huesos largos de las extremidades centros de osificación primarios. A partir del centro primario localizado en la diáfisis del hueso, la osificación endocondral avanza en forma gradual hacia los extremos del molde cartilaginoso.

Por lo común, en el momento del nacimiento la diáfisis del hueso está completamente osificada, pero las epífisis son todavía cartilaginosas. Sin embargo, poco después aparecen centros de osificación en las epífisis.⁸



Centros de crecimiento.

El crecimiento de los huesos está regulado por los denominados “centros de crecimiento o campos de cultivo”. Estos centros que recubren la superficie ósea a modo de mosaico siguen una disposición característica de reabsorción u aposición.⁷

Estos centros que recubren la superficie ósea a modo de mosaico, siguen una disposición característica de reabsorción o aposición. Cuando el centro perióstico es de tipo reabsortivo, el centro endóstico de crecimiento opuesto sigue un proceso de aposición. Por el contrario, la superficie perióstica de un centro endóstico reabsortivo muestra un proceso de aposición ósea. Es decir los huesos crecen por agregación de tejido óseo nuevo en un lado de la corteza ósea y mediante su eliminación en el otro. La superficie dirigida en el sentido de crecimiento progresivo muestra deposición (aposición) de hueso nuevo; el área opuesta sufre resorción. Este proceso compuesto recibe el nombre de “deriva”. Crea un movimiento directo de crecimiento de cualquier área determinada.(fig 7)^{7,1}

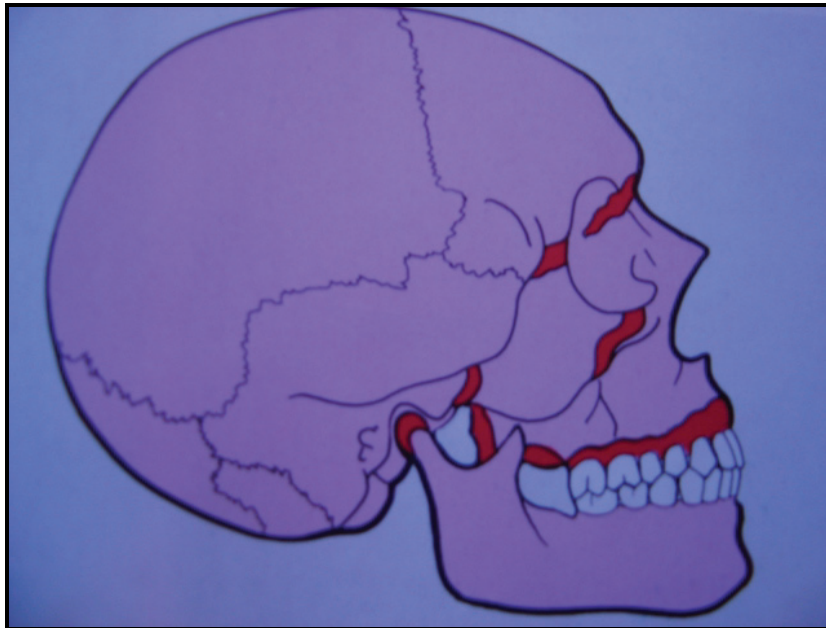


fig 7 centros de crecimiento (Rakosi)



Entre los centros de osificación diafisiario y epifisiario se mantiene temporalmente una lámina cartilaginosa, la placa epifisaria, que desempeña un papel importante en el crecimiento longitudinal del hueso.

A ambos lados de la placa continúa la osificación endocondral. Cuando el hueso ha alcanzado su longitud completa, las placas epifisarias desaparecen y las epífisis se unen con la diáfisis del hueso.

En los huesos largos hay una placa epifisaria en ambos extremos; en los más pequeños, como las falanges, solo en un extremo, y en los huesos irregulares, como las vértebras, hay uno o más centros primarios de osificación y por lo común, varios centros secundarios.⁸

Centros de osificación diafisiarios y epifisiarios.

En el desarrollo embrionario de los huesos largos del cuerpo humano, es a partir de un molde cartilaginoso, éstos poseen una parte media estrecha, la diáfisis (tallo), y los extremos dilatados corresponden a las epífisis.

Aún, en los moldes cartilaginosos de huesos largos o cortos, el primer tejido óseo que se forma, es por osificación intramembranosa, al diferenciarse las células condrógenas u osteocondrógenas del pericondrio, en la parte media de la diáfisis.

Se dice que el centro de osificación primero que surge en la parte media de un modelo cartilaginoso, es un centro diafisiario, más tarde aparecen centros secundarios de osificación en las epífisis, éstos originarán a las epífisis óseas que se formarán más tarde. Estos centro son semejantes al centro primario de la diáfisis, pero su crecimiento es radial en lugar de longitudinal.

Cuando el tejido óseo formado en los centros secundarios ocupa la epífisis, el tejido cartilaginoso, queda reducido a dos lugares:

- a. El cartílago articular, que persistirá por toda la vida del individuo, y que no contribuirá a la formación de tejido óseo.



- b. El cartílago epifisiario o de conjunción, constituido por un disco cartilaginoso que no fue penetrado por el hueso en expansión y que en adelante será responsable del crecimiento longitudinal del hueso.

El cartílago epifisiario queda entre el tejido óseo de las epífisis y el de la diáfisis, su pérdida por osificación determina la paralización del crecimiento longitudinal de los huesos.¹

En el cartílago epifisiario, empezando por el lado de la epífisis, se distinguen las siguientes partes:

- 1) ZONA DE CARTÍLAGO EN REPOSO: esta capa de cartílago hialino no participa en el crecimiento de la placa epifisiaria.

Su función consiste en fijar la placa al hueso de la epífisis. Otra función que posee, es la de servir como medio de difusión de nutrientes por los vasos sanguíneos localizados en los espacios entre esta capa y el hueso epifisiario.

- 2) ZONA DE CARTÍLAGO JOVEN PROLIFERANTE: esta zona está compuesta de células cartilaginosas jóvenes en proliferación. La función de esta zona es la de proliferación celular. En esta zona deben producirse un número de células nuevas suficientes para sustituir las que se hipertrofian y mueren en la superficie diafisiaria del hueso.

- 3) ZONA DE CARTÍLAGO EN MADURACIÓN: contiene células cartilaginosas en diversas fases de maduración. Las situadas más cerca de la zona de cartílago proliferante son las más jóvenes; las que se hallan más cerca de la diáfisis son más viejas y maduras. Al ir madurando, aumentan su citoplasma y almacenan glucógeno, van creciendo y van ocupando más y más espacio; por lo tanto, agrandan el disco epifisiario en sentido longitudinal. Las células en esta zona al hipertrofiarse, empiezan a producir la enzima llamada fosfatasa alcalina, la cual ocasiona que la matriz cartilaginosa producida por los



condrocitos maduros, se calcifique, esto les produce la muerte. Cuando ocurre así, la tercera capa se ha convertido en cuarta zona.

- 4) ZONA DE CARTÍLAGO QUE SE CALCIFICA: la cuarta zona es muy delgada, con un grosor de una o unas cuantas células cartilaginosas. Esta zona descansa directamente en el hueso de la diáfisis. La mayor parte de las células han muerto por que la sustancia intercelular que las rodea está calcificada.¹

La osteogénesis es muy activa en el borde diafisiario del disco epifisiario, y da por resultado formación de hueso en contacto íntimo con el cartílago del disco, de modo que el disco cartilaginoso, en condiciones normales, está siempre muy fijo en el hueso de la diáfisis, que se está formando en relación con la sustancia intercelular calcificada del cartílago moribundo.¹

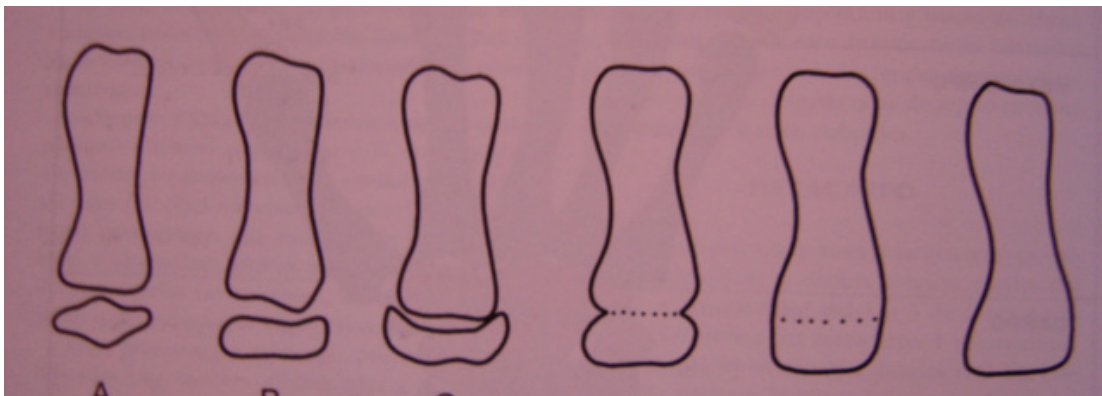


fig 8 osificación de apófisis y diáfisis. (Villavicencio)



3. ¿QUE ES UNA RADIOGRAFÍA?

La aplicación pacífica de la radiación ha proporcionado a la humanidad beneficios casi inmediatos.

Las radiografías en odontología se han consolidado como el auxiliar de diagnóstico más confiable.

No obstante lo anterior, debemos tener presente que las radiografías no son más que sombras de las estructuras anatómicas y que la imagen que obtenemos, primero, representan tan solo un momento en la vida de nuestro paciente y de las condiciones de salud o enfermedad que ésta presente.

Si bien es cierto que las radiografías registran variaciones de ritmo, dirección y patrones de crecimiento, no localizan sitios de crecimiento ni cuantifican su contribución al desarrollo global, desde un punto de vista realista, la película sólo aporta una evaluación estática del tamaño y morfología del individuo en ese momento determinado.

Es una imagen bidimensional de un cuerpo tridimensional y que representan cortes sagitales, transversales o elipsoidales de una determinada estructura anatómica, dependiendo del tipo de radiografía.

Lo que obliga a profundizar en el conocimiento anatómico de cada una de las estructuras que conforman el complejo craneofacial (en éste caso mano y vértebras cervicales), para una eficiente y correcta interpretación radiográfica.⁹



4. TIPOS DE EDADES.

4.1 Edad cronológica.

La edad cronológica es la referencia menos confiable para la evaluación del crecimiento y desarrollo. En algunos niños todo el desarrollo fisiológico transcurre rápida y vigorosamente y el período total de crecimiento es corto; para otros, es lento y el periodo totales mucho más largo.

Para Tanner, el crecimiento durante la infancia se relaciona íntimamente con la edad cronológica. Sin embargo al aproximarse la pubertad, a causa de la aceleración del crecimiento, que es diferente para cada individuo, éste tendrá poca relación con la edad cronológica.⁹

A). Periodo prenatal o de vida intrauterina. Corresponde a la fase del desarrollo anterior al nacimiento.

B) periodo postnatal. Que se extiende desde el nacimiento hasta la senilidad. Puede dividirse en varios estadios de duración variable a causa de la raza, sexo y constitución física.

- Fase neofetal, corresponde a las dos primeras semanas después del nacimiento.
- Infancia, corresponde al periodo restante del primer año de vida.
- Niñez (pueril), es el periodo comprendido entre el comienzo del segundo año y la pubertad.
- Adolescencia, va de los 10 los 20 años más o menos.
- Madurez, (virilidad) que se extiende desde los 20 a los 60 años.
- Decadencia (aetas terminalis), es la fase cataplásica, de energía decreciente distinta en la vejez (hasta los 80 años) y senilidad (decrepitud, senectud o longevidad).¹⁰



4.2 Edad biológica.

Durante el proceso de crecimiento y desarrollo los individuos pasan por diferentes estadios que implican un grado creciente de maduración

Otros eventos a tener en cuenta en la evaluación de la maduración se refieren a los cambios sexuales que tienen lugar durante la adolescencia.

Estos eventos están relacionados en la niña, con un mayor desarrollo de la cintura pelviana; a éstos se suman los cambios que se producen en la mama, y otro hecho frecuentemente registrado en los estudios de crecimiento y desarrollo es la fecha de la aparición de la menarquia o primera menstruación. En el varón se registran los cambios que se producen en los genitales y en el desarrollo de la barba, existiendo incluso estudios sobre la transformación de la voz que tiene lugar durante la pubertad. Por último, en ambos sexos se estudia la aparición y distribución del vello pubiano y el vello axilar. Por lo cual estos elementos pueden brindar una idea para la evaluación del grado de maduración de un individuo dado, los cuales deben ser tenidos en cuenta cada vez más en el diagnóstico y plan de tratamiento.²

Según Mellits los cambios anatómicos, la maduración dental y del esqueleto, el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, la secreción de hormonas y la actividad enzimática, son determinantes fisiológicos, bioquímicos y anatómicos, que sumados representan una medida de la edad biológica de un niño y que puede no concordar con su edad cronológica.⁹

La edad morfológica que consiste la estimación del desarrollo biológico por el registro de la altura y del peso, puede determinarse al comparar las medidas de nuestro paciente con las tablas y patrones existentes. Este método de evaluación no es eficiente en el caso de personas de raza y/o nacionalidades diferentes a los patrones existentes.⁷



El uso de la edad dental proporciona informaciones más precisas en los que se refiere a los variados estados del desarrollo biológico, y puede evaluarse de forma sencilla contando el número de dientes erupcionados o por las radiografías dentales en las que se constátale grado de mineralización. En la adolescencia su empleo es limitado porque casi todos los dientes ya están erupcionados o calcificados.⁷

La edad puberal (características sexuales secundarias) sólo es útil después del inicio de la pubertad y se determina por medio de la comprobación del desarrollo de los genitales, pelos pubianos y senos.⁹

La edad cronológica no siempre permite valorar el desarrollo y la maduración somática del paciente, por lo que se recurre a determinar la edad biológica. Ésta se calcula a partir de la edad ósea, dental y morfológica o del momento de maduración sexual.⁷

Dental

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 dos 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.(figs. 9 y 10) ⁷

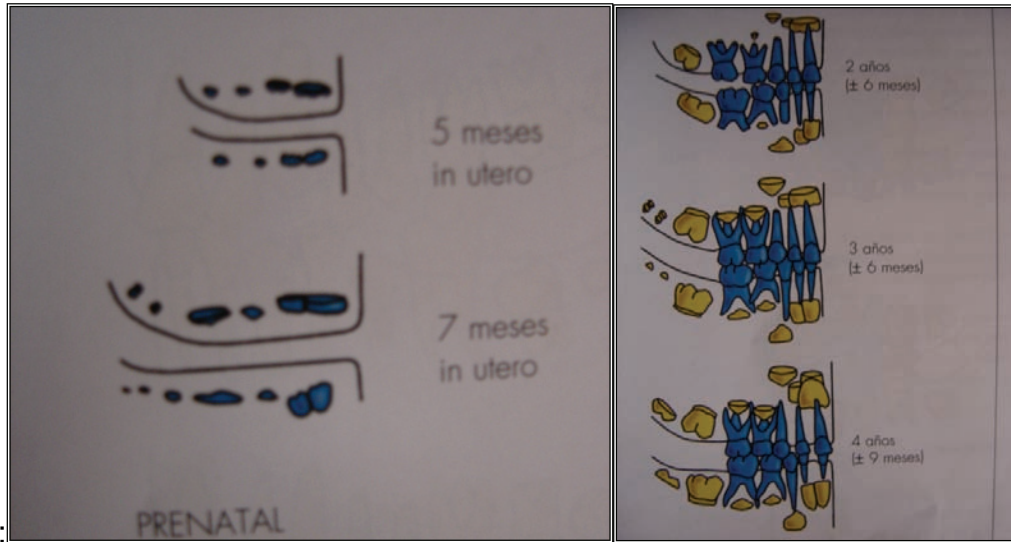
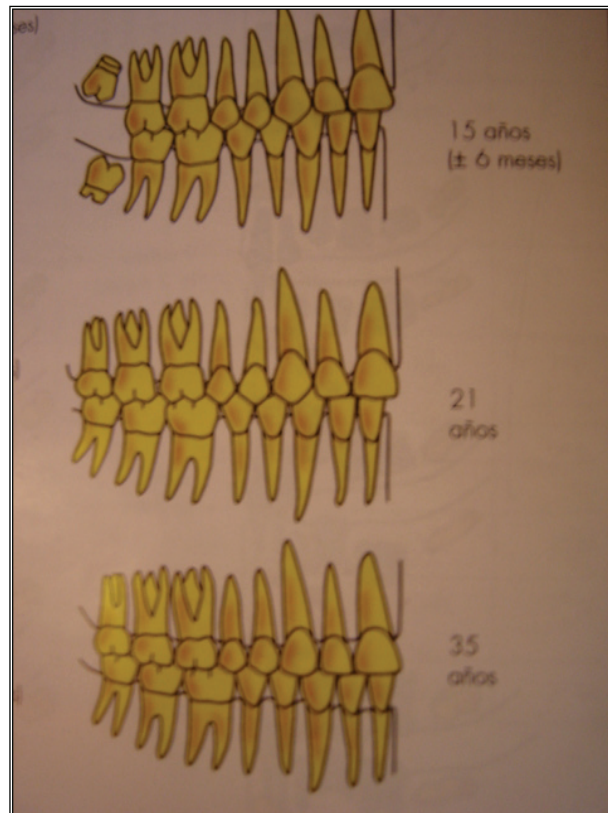


fig 9 cronología y secuencia dental. (Vellini)





4.3 Edad ósea.

La determinación de la edad ósea ha sido el método más utilizado para la valoración de la maduración. Consiste en la medición del avance del desarrollo de los huesos a través del análisis radiográfico. 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 con el cuerpo del hueso. La secuencia para cada hueso es la misma, en cuanto a los eventos que en él ocurrirán, teniendo lugar independientemente del grado de retraso o adelanto con respecto a la edad cronológica.²

La edad ósea o esquelética ha sido la referencia más comúnmente utilizada en los estudios sobre el crecimiento y desarrollo, y se considera como un verdadero registro de la edad biológica. Su determinación de basa en las variaciones esqueléticas durante el desarrollo, pudiendo visualizarse y evaluarse en las radiografías de áreas seleccionadas del cuerpo durante todo el periodo del crecimiento.⁹

El hueso es un tejido altamente metabolizado, y a pesar de su dureza, es uno de los más plásticos y maleables tejidos orgánicos. Por ser un tejido vivo, con vasos, nervios y linfáticos, revestido externa e internamente por el periostio y endostio respectivamente, tiene una actividad continua y equilibrada durante toda la vida del individuo.¹⁰

Por lo general la edad ósea se valora con una radiografía de la mano, que se considera el reloj biológico. La madurez ósea se determina hasta el noveno año de la vida por el grado de mineralización de los huesos de la muñeca (carpo) y, posteriormente, por el desarrollo de los huesos metacarpianos y falanges.⁷



5. PICO DE CRECIMIENTO PUBERAL

Éste es un aspecto importante del crecimiento y desarrollo, donde se destacan dos períodos evidentes de gran velocidad de crecimiento que son: 1) los dos primeros años de vida y 2) la etapa puberal. Durante la adolescencia, la velocidad de crecimiento se incrementa, alcanza un pico y después desciende. 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.²

Este incremento de la velocidad es comúnmente conocido como estirón de la pubertad y parece que incluye en el crecimiento facial .

En la estimación del crecimiento puberal, para valorar, por ejemplo, si un periodo determinado del crecimiento ha sido alcanzado o no, la evaluación del desarrollo esquelético de la mano y la muñeca y el desarrollo puberal pueden proporcionar una valiosa información, especialmente para identificar a los pacientes ortodóncicos que están cerca del PVE o después de ésta. Los indicadores de madurez disponibles tienen 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.²

Factores que rigen en el crecimiento

En términos generales, para la existencia de armonía entre forma y función los factores son de tipo genético y ambientales.

La predisposición genética es el elemento fundamental que rige la morfología que va a adoptar el caso que tenemos siempre delante de nosotros.³



Los factores ambientales los podemos dividir en actividad funcional y movimiento. La actividad funcional es el factor morfogenético que más incide dentro del cuadro adoptado por la predisposición genética en las estructuras craneofaciales, especialmente cara media. Porque está vinculada con la información de los exteroceptores, la olfacción, la visión, la audición, los órganos del equilibrio y por último la respiración. Pero el elemento de tipo funcional no suficientemente atendido es el movimiento, que sobre todo incide en la cara inferior y es elemento morfogenético del maxilar y la mandíbula.

De todos los tipos de factores que intervienen, los fundamentales son los de tipo predisposición genética. Basta observar la morfología del maxilar y la mandíbula de un niño que tiene dentición temporaria al cual se le elimina el periostio para ver que en realidad se trata de una cáscara ósea dentro de la cual están contenidas las coronas en formación de todos los dientes permanentes. Por lo tanto, a partir de esa masa ósea que junto con los músculos va a ir creciendo en forma centrífuga, tiene que armonizar los dientes que van creciendo, por ser de naturaleza ectodérmica, en forma centrípeta y que va a poder por la preprogramación conseguir una coincidencia de las estructuras en una forma armónica.³



6. RADIOGRAFÍA CARPAL.

6.1. Anatomía de la mano.

Para su estudio se divide en radio, cúbito, carpo, metacarpo y falanges.

6.2 Radio.

El radio es un hueso largo, par y no simétrico, situado por fuera del cúbito, en la parte externa del antebrazo. Como en todos los huesos largos, el radio consta de un cuerpo y dos extremos, superior e inferior.

Cuerpo: presenta una curvatura externa generalmente poco pronunciada y otra interna de concavidad mirando al cúbito, mucho más acentuada. Tiene una forma prismática triangular, constando de tres caras y tres bordes.¹¹

6.3 Cúbito

Situado en la parte interna del antebrazo, el cúbito es un hueso largo, par y no simétrico, ligeramente inclinado de abajo arriba y de fuera a dentro. Como en todos los huesos largos, se consideran un cuerpo y dos extremos.

Cuerpo: El cuerpo del cúbito disminuye progresivamente de volumen a medida que se aproxima al carpo. Es prismático triangular, con tres caras y tres bordes.¹¹

6.4 Carpo:

Ocho pequeños huesos articulados entre sí constituyen el macizo óseo, están colocados en dos hileras, una craneal a la otra.



La hilera proximal está constituida, en orden lateromedial, por; escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme. La segunda por: trapecio, trapezoideo, hueso grande y hueso ganchoso.

Escafoides: se articula con el hueso semilunar, su cara superior con el radio, en la cara inferior con el trapecio y el trapezoideo.

Semilunar: la cara inferior se articula con el hueso grande, la cara superior se articula con el radio, la cara medial se articula con el piramidal.

Piramidal: su cara lateral se articula en su totalidad con el hueso ganchoso, en la mitad caudal de su cara palmar hay una faceta oval y lisa para el pisiforme.

Pisiforme: es el más pequeño de los huesos carpianos, inconstante, esferoidal, con una faceta plana en su cara posterior, por lo cual descansa sobre el piramidal.

Trapecio: en su cara superior se articula con el escafoides, su cara inferior se articula con el primer metacarpiano, su cara medial en su parte craneal se articula con el trapezoideo y en su parte caudal con el segundo metacarpiano.

Trapezoideo: en su cara superior se articula con el escafoides y en su cara lateral con el trapecio, la cara medial con el hueso grande y la inferior con el segundo metacarpiano.¹¹

Grande: la cabeza es esferoidal y se encaja en la cúpula formada por el escafoides y el semilunar, la base del hueso se articula con el tercer metacarpiano. Su cara laterales articula con el trapezoideo y el segundo metacarpiano, en la cara medial se articula con el hueso ganchoso.

Ganchosos: del ángulo caudomedial de su cara palmar se desprende el “gancho” (apófisis unciforme). La cara superior del hueso se insinúa entre el hueso grande y el piramidal alcanzando al semilunar.



La cara lateral tiene una cara articular para el hueso grande, la cara medial se articula con el piramidal, la cara inferior se articula con el cuarto y quinto metacarpianos. ¹¹

6.5 Metacarpo.

Está formado por los metacarpianos que, en número de cinco huesos, constituyen el esqueleto de la mano. Los metacarpianos son huesos largos de una longitud que varía entre 6 y 8 cm., con un cuerpo y dos extremidades.

Caracteres particulares.

Primer metacarpiano. Es el más corto pero el más grueso, su cara articular corresponde al trapecio, no presenta caras laterales y a veces puede tener una cara medial en relación con el segundo metacarpiano.

Segundo metacarpiano. Es el más largo. Su base tiene una cara angular para el trapecoideo y una lateral para el trapecio.

Tercer metacarpiano. Su cara carpiana es plana y corresponde al hueso grande.

Cuarto metacarpiano. La cara carpiana es cuadrangular y ligeramente convexa.

Quinto metacarpiano. Es el más delgado. Su cara basal se articula con la cara medial y caudal del hueso ganchoso. Presenta una cara lateral para el cuarto metacarpiano y carece de cara medial. ¹¹

6.6 Falanges.

Constituyen el esqueleto de los dedos. Son dos huesos los del pulgar y tres de cada uno de los demás dedos. Se denominan proximal, medial y distal.

Caracteres distintivos.

Dentro de cada hilera las falanges se pueden distinguir únicamente por sus dimensiones. En general es más larga la del dedo medio, le sigue la del



índice, anular, meñique y pulgar, siendo estas últimas las más voluminosas.(fig 11)¹¹

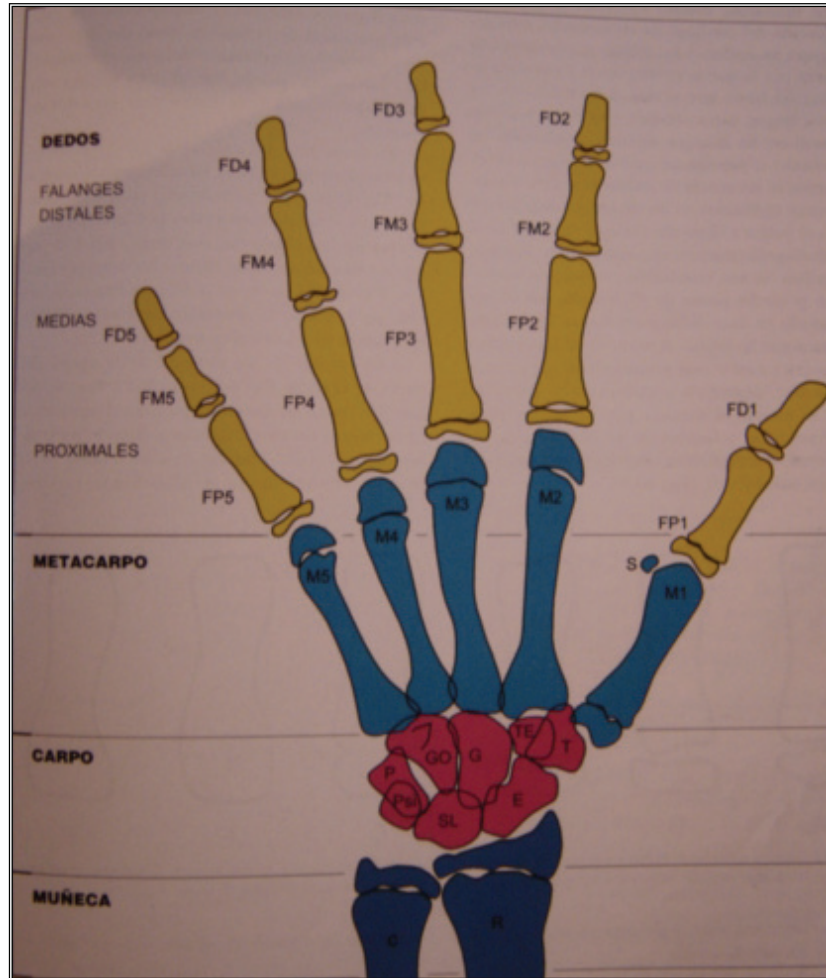


fig 11 anatomía de la mano (Echarri)

6.7 Especificaciones De La Radiografía.

¿Cuándo nos interesa realmente determinar la edad ósea?



-
- Cuando debemos realizar un tratamiento funcional u ortopédico en una edad tardía.
 - Cuando debemos realizar un tratamiento quirúrgico en una edad precoz.
 - Para realizar disyunción palatina en edad tardía.

 - Cuando queremos asegurarnos del momento exacto de dar el alta de la retención, especialmente en pacientes de clase III o mordida abierta.
 - En todos los casos que queremos contar con el crecimiento del paciente como parte coadyuvante del tratamiento.
 - En general, en todos los casos.¹²

Edad ósea en la radiografía carpal.

Roland, en 1896, introdujo la idea de utilizar formas comparativas de sombras radiográficas de huesos en crecimiento como indicadores de maduración y crecimiento.⁴

Porque la edad esquelética ha sido considerada el método más confiable hasta la fecha, el estudio en curso fue creado para determinar la viabilidad de usar radiografías del MP3 (la falange media del dedo medio) como un indicador de la madurez esquelética. Hagg y Taranger han descrito cinco etapas del crecimiento de MP3, fundado principalmente sobre los cambios de epífisis, aunque los distintos cambios también eran observados en la región del metacarpo.¹³

Hemos añadido una etapa adicional entre MP3 - H (desaceleración de la curva en el pico de crecimiento puberal), y MP3-I (fin del pico de crecimiento puberal), que llamamos la etapa de MP3-HI, resultando en un total de seis etapas de crecimiento de MP3.¹³



El conocimiento básico de la anatomía topográfica del esqueleto de la muñeca y de la mano es imprescindible.

Los dedos se numeran del 1 al 5, comenzando con el pulgar.

Es el método más utilizado para la determinación de la edad ósea. Hasta los 9 años se utiliza la radiografía de la muñeca (carpo) y posteriormente se utiliza la radiografía de los huesos metacarpianos y falanges.(fig 12)

Las interpretaciones más utilizadas universalmente son las del atlas de Greulich y Pyle (1959) y el atlas de Sempé y Pavía (1979).¹²



fig 12 fuente directa

Malina describió las tres categorías de información obtenidas radiográficamente y que son tradicionalmente utilizadas:



-
- 1) El inicio de centros óseos específicos, que indican aposición ósea sobre el cartílago.
 - 2) La definición y caracterización de los huesos por diferenciación gradual de la forma.
 - 3) Fusión de la epífisis con sus respectivas diáfisis y en los huesos redondeados o irregulares el alcance de los contornos y configuraciones apropiadas.⁹

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

Para Anderson, una estimativa de la edad esquelética informa la maduración relativa en una determinada época; este dato unido a otros hallazgos clínicos, separan lo normal de lo anormal y diferencian, dentro de ciertos límites, los desarrollos avanzados de los retardados. Las lecturas sucesivas muestran la velocidad de desarrollo del niño o sus progresos en el tratamiento; la edad ósea determinada por la radiografía carpal ha sido el método frecuentemente usado para elaborar estas estimativas, y constituye un aspecto importante en las evaluaciones de salud y crecimiento.

De acuerdo con Malina y Marcondes, los métodos utilizados para la evaluación de la edad ósea mediante el índice del carpo, frecuentemente se dividen en dos tipos principales: el clásico también denominado tipo estándar –edad o inspeccional, que consiste en la comparación de la radiografía obtenida con las de un Atlas.⁹

Y el método de puntos, en el que se adjudica a cada centro de osificación un número de puntos de acuerdo con una escala de desarrollo.



Para obtener radiografías que permitan determinar la edad ósea por medio del índice del carpo, se utiliza frecuentemente la mano izquierda. Esta queda en contacto con el chasis y el eje del dedo medio alineado con el eje del antebrazo; los dedos algo separados y el pulgar debe formar un ángulo de más o menos 30° con el dedo índice.

El tubo se centraliza exactamente sobre la cabeza del tercer metacarpiano a una distancia tubo/película de 76cm.

Muchos factores de carácter general influyen en el desarrollo óseo. Entre los más discutidos en la literatura se encuentran: factores genéticos, condiciones socioeconómicas, factores ambientales, condiciones de nutrición y sexo.

Varios autores constataron que el surgimiento y la maduración de los centros de osificación son más acelerados en el sexo femenino.

En lo que se refiere a nutrición Marcondes comprobó que la edad ósea presenta variaciones significativas cuando la deficiencia nutricional es importante y permanece durante largo tiempo.

Los estudios sobre la maduración del esqueleto, utilizados en Ortodoncia, se basan en el surgimiento y osificación solamente de algunos puntos, porque el interés está centralizado en identificar la manifestación de empujes de crecimiento, para aprovecharlos en la planificación del tratamiento de ortodoncia.⁹



7. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA EDAD ÓSEA *(Interpretación del crecimiento óseo).*

7.1 Método de Björk.

Es un método muy sencillo y útil que divide la maduración de los huesos de la mano en 8 estados evolutivos ampliados a 9 Grave y Brown.

Este método se basa en el estado de calcificación de los huesos del carpo y en el estado de crecimiento de los dedos, que se valoran según la relación entre la epífisis y la diáfisis. Se distinguen tres estadios de osificación de las falanges:

- Primer estadio: la epífisis tiene el mismo ancho de la diáfisis de la cual está separada.
- Segundo estadio: la epífisis forma una especie de capuchón que intenta rodear la diáfisis.
- Tercer estadio: la epífisis se une completamente a la diáfisis.¹²

1ª ETAPA DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA.

La epífisis y diáfisis de la falange proximal del dedo índice tiene el mismo ancho.(fig 13)

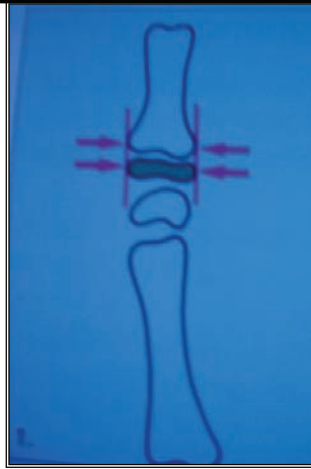


fig 13 1ª etapa (Rakosi)

2ª ETAPA DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA.

La epífisis de la falange medial del dedo medio tiene el mismo ancho que la diáfisis. (fig 14)

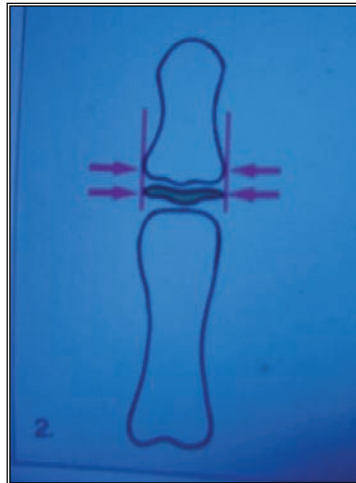


fig 14 2ª etapa (Rakosi)

3ª ETAPA DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA.

Este estadio presenta 3 características casi simultáneas:

- a) Osificación del hueso pisiforme.(fig 15)
- b) Osificación de la apófisis unciforme del hueso ganchoso.(fig 16)
- c) La epífisis y diáfisis del radio tienen el mismo ancho. (fig 17)



fig 15 3^a etapa (a) (Rakosi)



fig 16 3^a etapa (b) (Rakosi)



fig 17 3ª etapa © (Rakosi)

4ª ETAPA DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA.

Este presenta dos características importantes:

- a) Calcificación del huesos sesamoideo cubital de la articulación metacarpofalángica del pulgar. (fig 18)
- b) Osificación avanzada de la apófisis unciforme de hueso ganchoso.(fig.19)

Este estadio coincide con el inicio del brote del crecimiento puberal y es ideal para tratamientos funcionales u ortopédicos.

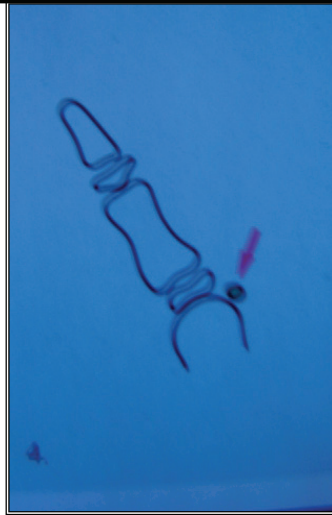


fig 18 4ª etapa (a) (Rakosi)



fig 19 4ª etapa (b) (Rakosi)

5ª ETAPA DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA.

Este estadio presenta 3 epífisis en estado de capuchón:

- a) La falange medial del dedo medio.(fig 20)
- b) La falange proximal del pulgar.(fig 21)
- c) El radio.(fig 22)

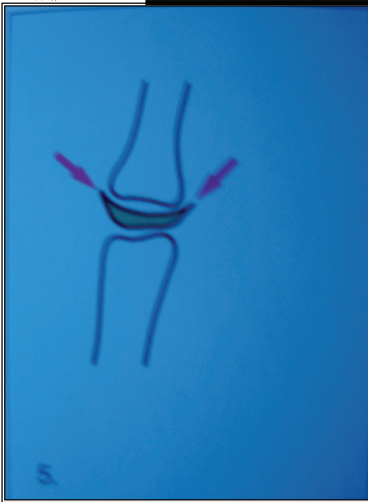


fig 20 5^a etapa (a) (Rakosi)

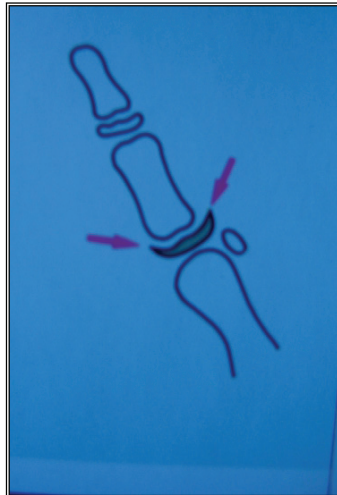


fig 21 5^a etapa (b) (Rakosi)



fig 22 5^a etapa © Rakosi



Este estadio coincide con el máximo brote del crecimiento puberal.

6ª ETAPA DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA.

Fusión visible de la epífisis y la diáfisis de la falange distal del dedo medio.(fig.23)

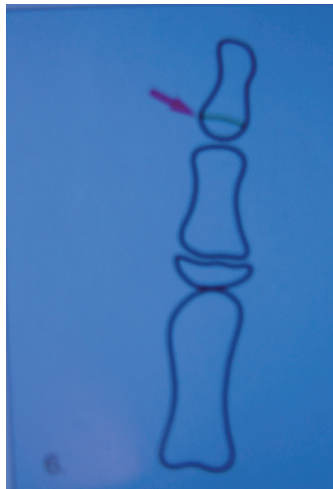


fig 23 6ª etapa (Rakosi)

En este estadio termina el brote de crecimiento puberal.

7ª ETAPA DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA.

Fusión visible entre la epífisis y la diáfisis de la falange proximal del dedo medio.(fig 24)

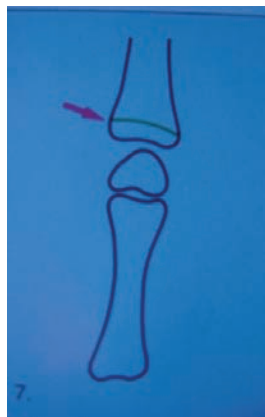


fig 24 7ª etapa (Rakosi)



8ª ETAPA DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA.

Fusión visible entre la epífisis y la diáfisis de la falange medial del dedo medio.(fig 25)

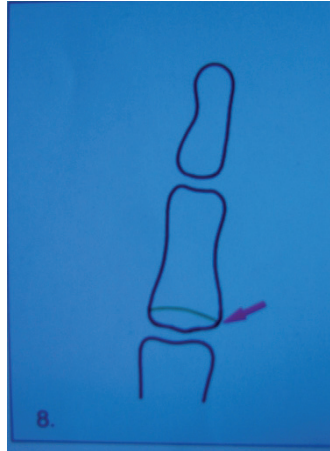


fig 25 8ª etapa (Rakosi)

9ª ETAPA DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA.

Fusión completa de la epífisis y diáfisis del radio y cubito.

En este momento termina la osificación de todos los huesos de la mano y termina el crecimiento óseo.(fig 26)

Una vez determinado el estadio de maduración de Björk, se determina la edad ósea, según el sexo en el cuadro. ¹²



fig 26 9ª etapa (Rakosi)



7.2 *Método de Grulich y Pyle. (GP)*

El sistema GP utiliza la comparación entre la radiografía del carpo del niño en estudio y 58 placas radiográficas contenidas en Atlas con patrones separados para cada sexo. Los patrones radiográficos de éste método pertenecen a niños norteamericanos de nivel socioeconómico medio-alto. La radiografía del niño se compara con la 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 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.⁹

7.3 *Método de Tanner y Whitehose. (TW)*

Se evalúan individualmente 20 huesos de la mano y de la muñeca. El segundo y cuarto dedo se omiten porque hay en la maduración de los metacarpianos y de las falanges una importante correlación, se limita así, el trabajo sin perjudicar la precisión de la información. Este método se elaboró a partir de una muestra constituida de niños de origen británico, de nivel socioeconómica medio.⁹



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, ganchoso, piramidal, semilunar, escafoides, trapecio, trapecoide. Destacamos que el pisiforme queda sin evaluar.

Todos los huesos se evalúan en una escala de A hasta I, con excepción del radio, que se evalúa de A-J. 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.

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.”⁹

7.4 Método de Eklof y Ringertz. (ER)

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

Se comprobó que el crecimiento de diversos huesos de la mano y de la muñeca cumplían esta condición en el intervalo de edad entre 1 y 15 años.

En razón de las diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo de la mano, tanto en niños como en niñas, se computó un estándar para cada sexo.⁹



Los autores estudiaron un grupo de 1013 niños, para establecer las variaciones normales. Mediante cálculos estadísticos presentaron 2 tablas, una para cada sexo, en las que cada una en los centros de osificación tiene un estándar mínimo y uno máximo de medida (un desvío patrón de 2 hacia arriba y hacia abajo del promedio encontrado). Estos parámetros son para todas las edades, de 1 hasta 15 años, con intervalos de 3 meses entre ellos, representando en total 56 parámetros para cada centro de osificación.

Los últimos tres métodos mencionados para estimar la edad ósea, por medio de la radiografía carpal. Fueron seleccionados porque en los estudios hechos con niños brasileños, presentaron altos índices de correlación con la edad cronológica. El GP se considera inspeccional, el TW utiliza puntos y el ER por medio de medidas efectuadas de algunos centros de osificación.⁹



8 VÉRTEBRAS CERVICALES.

8.1 Anatomía.

Primera Vértebra Cervical o Atlas.

Carece de cuerpo vertebral, en vez del cual existen masas laterales unidas adelante y atrás mediante arcos óseos, limitando entre ellos un amplio orificio que sirve de implantación, por su cara lateral, a los procesos transversos. Su cara superior esta ocupada por la fosa articular superior, para articularse con los cóndilos del occipital. La cara inferior está ocupada por la fosa articular inferior para articularse con el axis. La cara lateral da nacimiento al proceso transversal por medio de dos raíces, una ventral y otra dorsal, que limitan entre sí un orificio, el agujero transversal. La cara medial está reducida a un borde grueso y sobresale en ella un tubérculo que da inserción al ligamento transversal.¹¹

Segunda Vértebra Cervical o Axis

El cuerpo vertebral es aplanado en sentido ventrodorsal y relativamente alto; su cara superior se prolonga en un saliente elipsoideo, el diente (apófisis odontoides). Cranealmente termina en punta, formándose un vértice en el que se inserta un ligamento; en sentido caudal se estrecha, formando un cuello antes de continuarse con el cuerpo del axis.

La cara inferior del cuerpo del axis corresponde al primer disco intervertebral. De la mitad craneal de las caras laterales se desprenden los procesos articulares que ocupan las caras respectivas del pedículo del arco vertebral. La superficie articular superior es amplia, un poco convexa en sentido dorsoventral y se articula con la masa lateral del atlas. El resto de elementos se acerca mucho a la descripción general que hemos enunciado efectuando acerca de las vértebras enunciadas.¹¹



Sexta Cervical

En la cara ventral de su proceso transversal, acerca de su vértice, presenta un tubérculo a veces notorio, llamado carotídeo.

Séptima Cervical

Se llama también prominente porque su proceso espinoso, habitualmente no bífido, es más largo y habitualmente fácil de palpar bajo la piel de la región. Su proceso transversal es bífido y en la cara superior, medial a su agujero, presenta una depresión causada por la arteria vertebral.¹¹

Una revisión de la bibliografía muestra que existe muy poca documentación acerca de cambios de maduración en forma y talla de las vértebras cervicales, sobre todo si se compara por los numerosos estudios que existen acerca de la determinación de edad ósea en otras zonas del esqueleto.

La conclusión es que el método de Todd (1937), y luego seguido por Greulich y Pyle (1950 y 1959), es el mejor método para la determinación de edades óseas y en él se basa el estudio de Don G. Lamparski, Profesor de la Universidad de Pittsburg. Sus estudios se basan en una muestra de 500 pacientes tomados del Departamento de Ortodoncia de dicha Universidad y los standards están basados en 72 varones y 69 mujeres de raza caucásica, eliminándose todos los pacientes que presentaron alguna enfermedad que pudiera afectar a las vértebras.

Para seleccionar los standards. Se tomaron un grupo de telerradiografías laterales que correspondían a pacientes cuyas edades cronológicas y esqueléticas (evaluadas a través de radiografías carpales) coincidían.

Las edades estudiadas van desde los 10 a los 15 años para tratarse de la edad en que más eran tratados los pacientes.¹²



Siendo la cefalografía lateral una fuente aceptada de los índices de crecimiento en la zona de cervicales y necesaria para la elaboración de análisis cefalométricos, podría sustituir a la radiografía carpal y ahorrar al ortodoncista tiempo y evitar al paciente la exposición a los rayos X. ⁴

Cefalometría lateral y radiografía de mano izquierda - muñeca del centro de crecimiento de Bolton - broza en University of Case Western Reserve lo fueron examinar *a posteriori* para desarrollar un índice de maduración de vértebras cervicales (CVMI). Usando los perfiles laterales de la segunda, tercera y cuarta vértebra cervical, era posible contraer una clasificación de pacientes de acuerdo con el potencial, el futuro potencial de crecimiento del adolescente.¹⁴

La determinación de la maduración y la subsecuente evaluación del potencial de crecimiento durante la preadolescencia o adolescencia es sumamente importante. Con muchos pacientes de ortodoncia, el crecimiento puberal tiene que ser factor para el diagnóstico.¹⁶ El objetivo principal de este estudio fue crear un método para valorar la maduración esquelética del paciente de ortodoncia con la cefalografía que está con regularidad con los registros de pretratamiento. La correlación fue hecha entre maduración de vértebras cervicales y la maduración esquelética de la mano - muñeca. La maduración esquelética está más íntimamente relacionada con la madurez sexual que con la talla.

Maduración. Las primeras siete vértebras en la columna espinal constituyen la espina cervical. Las primeras dos, el atlas y el axis, son únicas, de la tercera a la siete tienen gran semejanza. Los cambios de maduración pueden ser observados del nacimiento a la plena madurez.

El crecimiento vertebral tiene lugar de la capa de cartílagos sobre el superior y el inferior que recubre cada una de las vértebras. ¹⁴



Los núcleos de osificación secundarios sobre las puntas de los procesos espinosos y procesos transversales aparecen durante la pubertad. Los núcleos de osificación secundarios se unen con los procesos espinosos cuando el crecimiento vertebral está completo.

Medición. Después de la terminación de la osificación endocondral, el crecimiento del cuerpo vertebral tiene lugar por la aposición periosteal. Parece tener lugar solamente en el delantero y los equinos. Todd y Pyle, Lanier, y Taylor hicieron las mediciones de radiografías laterales de las vértebras del cuello del útero más bajas. Lamparski estudió los cambios en tamaño y forma de vértebras cervicales para crear los patrones de maduración para las vértebras cervicales. Su método fue tomado de Todd y Pyle, Elsberg y Dyke, Lanier, Bick y Copel, e Hinck.

Variaciones normales en la espina cervical. Cattel y Filtzer estudió 160 niños y encontró las siguientes variaciones normales: (1) las diferencias atribuibles al desplazamiento de vértebras que pueden parecerse subluxación; (2) las diferencias de la escoliosis que puede parecerse el espasmo y la lesión de ligamentos; y (3) las diferencias relacionadas con los centros de crecimiento esquelético que se parecen fracturas.¹⁴

8.2 ETAPAS EVOLUTIVAS

Las etapas evolutivas de las vértebras son las siguientes.

1. *Iniciación.* Presenta borde posterior alto, borde anterior corto, borde inferior plano, borde superior inclinado. Queda un crecimiento remanente del 80% al 100%.
2. *Aceleración.* Crece el borde anterior haciendo que el borde superior no se encuentre tan inclinado y se insinúa una concavidad en el borde inferior. Se estima un crecimiento residual del 60% al 65%.



3. *Transición.* Continúa creciendo el borde anterior, esta menos inclinado el borde superior y se va profundizando la concavidad del borde inferior (todavía es mayor el diámetro anteroposterior que el diámetro vertical).
4. *Desaceleración.* Continúa el mismo proceso y la vértebra es aproximadamente cuadrada (ambos diámetros, sagital y vertical, son prácticamente iguales). Se espera un crecimiento del 10% al 25%.
5. *Madurez.* Continúa el mismo proceso y las vértebras empiezan a ser más altas que anchas. Se espera un crecimiento del 5% al 10%.
6. *Completo.* La vértebra tienen el borde superior recto y el inferior muy cóncavo y es más alta que ancha. No queda crecimiento.(FIG 27) ¹²

Equivalentes entre radiografías⁴

Radiografía carpal.	Radiografía lateral.
1	1
2,3	2
4,5,6	3
7	4
8	5
9	6

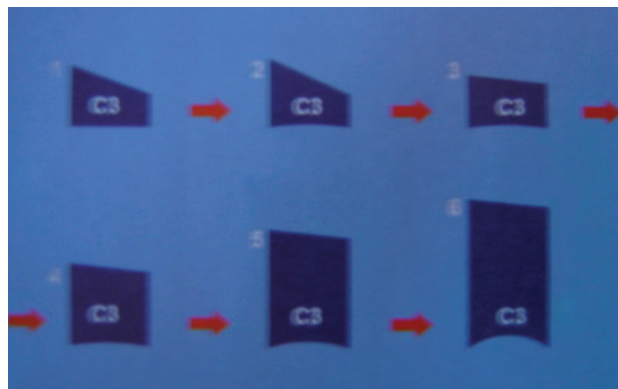


fig 27 etapas evolutivas (Echarri)



Categoría 1 fue llamada INICIACION. Esto correspondía a una combinación de SMI 1 y 2. En esta etapa del crecimiento del adolescente sólo estaba comenzando y 80 % para 100 % del crecimiento del adolescente es esperado. Bordes inferiores de C2, C3 y C4 eran planas en esta etapa. La *vertebrae were wedge shaped, and the superior vertebral borders were tapered from posterior to anterior.* Las vértebras eran cuña dar forma, y los bordes superiores de la vértebra fueron taper de posterior a anterior.

Categoría 2 fue llamada ACELERACIÓN. Esto correspondía a una combinación de SMI 3 y 4. La aceleración de crecimiento estaba comenzando en esta etapa, con 65 % para 85 % de el crecimiento del adolescente esperado. Concavidades eran desarrolladas en los bordes inferiores de C2 y C3. El borde inferior de C4 era plana. Los cuerpos de C3 y C4 eran casi de forma rectangular.

Categoría 3 fue llamada de TRANSICIÓN. Esto correspondía a una combinación de SMI 5 y 6. El crecimiento adolescente todavía esta en aceleración en esta etapa hacia la velocidad de altura de máximo apogeo, con 25 % para 65 % del crecimiento de adolescente esperado. Concavidades distintas fueron vistas en los bordes inferiores de C2 y C3. Una concavidad estaba empezando a desarrollarse en el borde inferior de C4. Los cuerpos de C3 y C4 son de forma rectangular.

Categoría 4 fue llamada de DESACELERACIÓN. Esto correspondía a una combinación de SMI 7 y 8. El crecimiento adolescente empezó a reducir la velocidad dramáticamente en esta etapa, con 10 % para 25 % del crecimiento adolescente esperado. Concavidades distintas fueron vistas en los bordes inferiores de C2, C3, y C4. Los cuerpos vertebrales de C3 y C4 tienen más una forma cuadrada.

Categoría 5 fue llamado de MADURACIÓN. Esto correspondía a una combinación de SMI 9 y 10.¹⁴



La maduración final de las vértebras tuvo lugar durante esta etapa, con 5 % para 10 % del crecimiento de adolescente esperado. Las concavidades más acentuadas estaban en los bordes inferiores de C2, C3 y C4. los cuerpos de C3 y C4 son casi en forma cuadrada.

Categoría 6 fue llamada de TERMINACIÓN. Esto corresponde a 11 de SMI. El crecimiento fue considerado completo en esta etapa. Poco o nada de crecimiento adolescente fue esperado. Concavidades hondas fueron vistas en los bordes inferiores de C2, C3, y C4. Los cuerpos de C3 y C4 eran cuadrados o eran más grandes en la dimensión vertical que en la dimensión de línea horizontal.¹⁴

Una evaluación de vértebras cervicales sobre cefalografías es recomendable porque reconoce que los niños de la misma edad cronológica tienen edades esqueléticas diferentes; todos niños demostraron tener un único patrón de desarrollo. Sin embargo, el enfoque tiene sus limitaciones. Aunque los cambios morfológicos secuenciales de vértebras cervicales seleccionadas han sido identificados durante el desarrollo adolescente, hay muy pocos indicadores de la madurez esquelética sobre el cuál hacer un diagnóstico preciso y un plan de tratamiento. Un sistema más sofisticado que usa la radiografía de mano - muñeca es actualmente más confiable, la valoración de Maduración esquelética o SMA. Los ortodoncistas y cirujanos pueden elevar su nivel de un diagnóstico individualizado y un plan de tratamiento más racional y selecto las metodologías de tratamiento correctas y el tiempo. La comprensión del desarrollo de cada paciente en crecimiento es una de las responsabilidades fundamentales del clínico.¹⁵

MASCULINO.

- 10 AÑOS: todos los bordes inferiores de las vértebras son planos. Los bordes superiores están excesivamente inclinados hacia delante y abajo.



-
- 11 años: se comienza a desarrollar una concavidad en el borde inferior de la segunda vértebra.
 - 12 años: la concavidad de la segunda vértebra se hace más profunda y los bordes anteriores de las vértebras aumentan en altura.
 - 13 años: se desarrolla la concavidad del borde inferior de la tercera vértebra y los bordes anteriores aumentan más las alturas.
 - 14 años: la concavidad de la tercera vértebra se profundiza. Comienza la concavidad de la cuarta. Los cuerpos de todas las vértebras toman forma rectangular.
 - 15 años: los espacios intervertebrales se hacen muchos mas pequeños. La concavidad de la cuarta se profundiza.

Pueden desarrollarse concavidades en la quinta y sexta. Los cuerpos vertebrales son totalmente cuadrados. ¹²

FEMENINO.

- 10 AÑOS. Todos los bordes inferiores de las vértebras son planos. Los bordes superiores están excesivamente inclinados hacia delante y abajo.
- 11 años. Se comienza a desarrollar una concavidad en el borde inferior de la segunda vértebra, y los bordes anteriores de las vértebras aumentan en altura.
- 12 años. Se ha desarrollado una concavidad en el borde inferior de la tercera vértebra. Los bordes inferiores restantes permanecen planos.
- 13 años. La concavidad en la tercera vértebra aumenta y se ha formado una concavidad muy clara en la vértebra 4. se empieza a formar concavidades en la quinta y sexta vértebra.



-
- 14 años. Los espacios entre vértebras son visiblemente más pequeños. Las concavidades están ahora definidas en las seis vértebras. Los cuerpos son casi de forma cuadrada.
 - 15 años. Todas las vértebras aumentan en altura haciéndose más altas que anchas. Todas las concavidades se han desarrollado.¹²

Entre los índices diferentes para tasar la maduración esquelética en pacientes, el método de maduración (CVM) de vértebras cervicales ha estado ganando la atención en los últimos años. Ha sido usado en varios estudios concerniente a los efectos del tratamiento y el tiempo para ortodoncia y aparatos ortopédicos.¹⁶

El método es basado en las características morfológicas de las vértebras cervicales en etapas del desarrollo diferentes que tienen correlación con diferentes tasas de crecimiento en el tratamiento facial y las estructural.

La confiabilidad y la eficiencia de un indicador biológico de madurez esquelética mandibular individual pueden ser valoradas con respecto a algunos requerimientos fundamentales:

- Eficacia en detectar el máximo apogeo en el crecimiento mandibular. El método debe tener una etapa positiva o la fase que coincide con el máximo apogeo en el crecimiento de mandibular en la mayoría de los sujetos.¹⁶

La eficacia de algunos indicadores biológicos ha sido valorada concerniente al crecimiento en la altura del cuerpo. Una evaluación de la correlación directa entre los cambios en el indicador biológico y los cambios en el crecimiento mandibular en la pubertad (que es del interés clínico más grande para ortodoncistas) está disponible solamente algunos métodos (CVM, mano y muñeca, los cambios en la altura de cuerpo).



-
- Ninguna necesidad de exposición radiográfica adicional.
 - Disminuya en la radiación.
 - Regularidad en la interpretación de la fecha. El error de interexaminar en la evaluación de las etapas positivas o las fases debe ser tan bajo como lo posible.
 - Utilidad para prever el máximo apogeo de crecimiento. El método debe tener una etapa positiva o la fase que existe antes del máximo apogeo en el crecimiento de mandibular en la mayoría de los sujetos.

El método CVM tiene las siguientes características:

- En más de 90 % de los sujetos de Norte América el intervalo de crecimiento esta entre las etapas 3 y 4 en el CVM original coincide con el máximo apogeo puberal, el crecimiento mandibular como la altura de cuerpo. El máximo apogeo en el crecimiento mandibular existe durante el intervalo entre etapas 2 y 3 en el método de CVM recién mejorado.
- La evaluación de CVM es llevada a cabo sobre la cefalografía lateral que es usado con regularidad para la diagnosis de ortodoncia. Por lo tanto, ninguna exposición radiográfica adicional es requerida.
- La facilidad de grabar las etapas de CVM varias ha sido mejorada.
- La identificación de etapas de CVM es muy alto: 91.2 % de acuerdo con Pancherz y Szyska y 98.6 % de acuerdo con baccetti et al..¹⁶
- El método es útil para anticipar el máximo apogeo de pubertad en el crecimiento mandibular. El pico no ha sido llegado si las etapas iniciales en CVM son registradoras en un paciente. El crecimiento activo es terminado cuando el último escenario en CVM es grabado.¹⁶



Porcentaje del adolescente con crecimiento estatural completado.¹⁷

<i>Femenino</i>	<i>Indicadores de maduración Esqueletal (SMI)</i>	<i>Masculino</i>
0.00	1	0.00
12.15	2	15.02
22.54	3	21.60
32.73	4	28.92
39.75	5	34.00
51.70	6	52.62
73.58	7	74.29
86.58	8	87.32
91.87	9	91.98
96.14	10	95.34
100.00	11	100.00

Correlación de mano-muñeca y vértebras cervicales en etapas de maduración.¹⁷

<i>Mano- muñeca SMI</i>	<i>Etapas de vértebras Cervicales</i>	<i>Porcentaje de crecimiento puberal remanente.</i>
1-2	1. <i>Iniciación</i>	85-100%
3-4	2. <i>Aceleración</i>	65-85%
5-6	3. <i>Transición</i>	25-65%
7-8	4. <i>Desaceleración</i>	10-25%
9-10	5. <i>Maduración</i>	5-10%
11	6. <i>Completado</i>	0%



9. APLICACIONES.

En la actualidad, nuestro tipo de alimentación es más blanda y por lo tanto el uso de nuestros dientes puede llegar a ser menor, provocando que no halla esa estimulación que necesitan los dientes y por ende los maxilares para su crecimiento, pudiendo llegar a provocar maloclusiones que no permitan el buen desarrollo de la mandíbula, o hábitos como el respirador bucal que no permite un buen desarrollo del maxilar, provocando alteraciones futuras como el apiñamiento. Es por eso que el Cirujano Dentista debe de percatarse del desarrollo craneofacial, y no sólo de la cavidad oral para poder empezar el tratamiento a la hora de identificar el problema y no cuando ya se estableció la alteración.

Actualmente el Cirujano Dentista necesita auxiliares de diagnóstico que le permita establecer un buen diagnóstico y por ende el plan de tratamiento que requiera el paciente. Cuando son pacientes en edad de preadolescencia o adolescencia es importante saber el tipo de maloclusión, o alteración que puede llegar a tener, que perjudicaría un buen desarrollo craneofacial. Es por ello que es necesaria una radiografía que nos permita saber el grado de maduración esquelética de nuestro paciente, tal vez no para atenderlo por completo el Cirujano Dentista General, pero sí para poder remitirlo con el Especialista, y así ahorrarle problemas al paciente.

Al saber el grado de mineralización de nuestro paciente podemos determinar que tipo de tratamiento se va a llevar a cabo, que tipo de aparato ortopédico se puede utilizar o si requiere aparatología fija o finalmente es paciente quirúrgico.

Las radiografías lateral de cráneo y radiografía carpal son un buen medio de diagnóstico para poder prevenir o interceptar alteraciones craneofaciales y dentoalveolares, y así evitar al paciente una cirugía costosa y dolorosa en el posquirúrgico.



10. CONCLUSIONES

Siendo la cefalografía lateral una fuente aceptada de los índices de crecimiento en la zona de cervicales y necesaria para la elaboración de análisis cefalométricos, podría sustituir a la radiografía carpal y ahorrar al ortodoncista tiempo y evitar al paciente la exposición a los rayos X.⁴

No hay una diferencia significativa entre las dos técnicas de maduración esquelética en la población Mexicana puede ser aceptada y válida en un 95%, para ambos, hombres y mujeres.¹⁷

Con la fidelidad de la maduración esquelética de las vértebras cervicales, no hay necesidad de radiografías adicionales, para mejorar el diagnóstico ortodóncico y decisiones terapéuticas.¹⁷

11. PROPUESTA.

Con la importancia que tiene el dar un diagnóstico certero, es importante que los alumnos de la Facultad de Odontología puedan tener más auxiliares de diagnóstico para poder prevenir e interceptar maloclusiones. Es por esto que se propone que el tema de cefalografía lateral y radiografía carpal sean incluidas en el programa de estudios de cuarto y quinto año de la carrera por la importancia que ésta tiene en saber que tipo de tratamiento se puede llevar a cabo en las diferentes etapas de maduración esquelética.

Así como también en quinto año que se nos enseña a trazar cefalométricamente las radiografía lateral, nos enseñen a trazar las vértebras cervicales para determinar en que etapa de maduración se encuentra nuestro paciente y complementar nuestro diagnóstico y hacer un mejor tratamiento.



12. FUENTES DE INFORMACIÓN:

1. Villavicencio. L Ortopedia Dentofacial, “una visión multidisciplinaria”, Tomo 1 Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A. 2002
2. Águila J. Tratado de Ortodoncia, Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A.
3. Internet. Dr. Zielinsky L. Crecimiento, Desarrollo y Maduración.
www.bvs.sid.cu/revistas/ord/vol11_1_96
<http://www.es.wikipedia.org/wiki/crecimiento>
4. Vera M. Gutiérrez G. Confiabilidad de los índices de crecimiento observados en radiografías carpales y laterales de cráneo en la zona de las vértebras cervicales, Revista de Posgrado de la Facultad de Odontología de la UNAM. Año 7, núms. 27-28, julio-diciembre 2003.
5. Enlow D. Crecimiento Maxilofacial, 3ª edición, Interamericana McGraw-Hill. 1998
6. Graber T, Rakosi T, Petrovic A. Ortopedia Dentofacial con Aparatos Funcionales, 2ª ed. Editorial Harcourt.
7. Rakosi t. Atlas de Ortopedia Maxilar: Diagnóstico, SALVAT Odontología. 1992.
8. langman embriología médica, 7ª edición, Editorial Médica Panamericana.
9. Freitas Radiología Odontológica, 2002 Artes Medicas Latinoamérica.
10. Vellini F. Ortodoncia Diagnóstico y Planificación Clínica, Artes Médica Latinoamérica. 2002.
11. Fuentes R., De Lara S. CORPUS. Anatomía Humana General, Editorial Trillas. 1997 Volumen 1.



-
12. Dr. Echarri p. Diagnóstico en Ortodoncia Estudio Multidisciplinario, Editorial Quintessense Books, Barcelona, 1998.
 13. Rajagopal R, Sudhanshu K. A Comparison of Modified MP3 Stages and the Cervical Vertebrae as Growth Indicators, JCO/JULY 2002 VOLUME XXXVI NUMBER 7 398-406.
 14. Hassel B, Farman A. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebra, AJO-DO 1995; 107:58-66.
 15. Fishman L. Can cephalometric x-rays of the cervical column be used instead of hand-wrist x-rays to determine a patient's maturational age?, AJO-DO july 2002 122: 18A-19A.
 16. Baccetti T., Franchi L., McNamara J. The cervical vertebral maturation method: some need for clarification, AJO and DO, january 2003 pag 19A-20A
 17. García P, Torre H, Flores L, Rea J. The Cervical Vertebrae as Maturational Indicators, JCO 1998; 32(4):221-225.