

CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL

AUTORES

DR. RIGOBERTO OTAÑO LUGO*
DRA. GLADYS OTAÑO LAFFITTE**
DRA. REBECA FERNÁNDEZ YSLA**

***DOCTOR EN C. MEDICAS. PROFESOR TITULAR Y CONSULTANTE.
ESPECIALISTA DE 2DO GRADO EN ORTODONCIA.**

****PROFESOR ASISTENTE. ESPECIALISTA DE PRIMER GRADO EN
ORTODONCIA.**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

2. CONCEPTOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

2.1 MADURACIÓN.

2.2. NORMALIDAD.

2.3. PATRÓN. VARIABILIDAD. CRONOLOGÍA.

3. CRECIMIENTO GENERAL NORMAL. ETAPAS.

4. VARIABLES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO.

5. MECANISMOS DE CRECIMIENTO ÓSEO.

6. CRECIMIENTO CRANEOFACIAL PRENATAL

6.1. CAMBIOS QUE OCURREN EN LA CARA.

6.2. MALFORMACIONES CONGÉNITAS.

7. CRECIMIENTO CRANEOFACIAL POSTNATAL.

7.1. BÓVEDA CRANEANA.

7.2. BASE CRANEAL.

7.3. COMPLEJO NASOMAXILAR.

7.4. MANDÍBULA.

8. TEORÍAS QUE EXPLICAN EL CRECIMIENTO CRANEOFACIAL.

1. Introducción.

El conocimiento del crecimiento del cráneo y el esqueleto facial, es un proceso complejo y esencial para el diagnóstico y tratamiento en Ortodoncia. El completo desarrollo del cráneo representa la suma de sus partes por separado, en el cual el crecimiento es altamente diferenciado y ocurre en diferentes rangos y direcciones. El desarrollo dental normal y el de las anomalías serán influenciados por los tejidos circundantes, y por tanto de los cambios del crecimiento y la función que ocurren en estos tejidos u órganos.

El tratamiento de una maloclusión morfológica o funcional en un niño creciendo, presupone predicción del crecimiento de las estructuras vecinas.

¿Cómo su crecimiento influenciará en el posterior desarrollo oclusal?

¿Éste puede dirigirse o controlarse?

Y si es posible, ¿cómo?

2. Conceptos de Crecimiento y Desarrollo.

Los términos de crecimiento y desarrollo se usan para indicar la serie de cambios de volumen, forma y peso que sufre el organismo desde la fecundación hasta la edad adulta. Si bien es difícil separar los dos fenómenos en el niño en crecimiento ambos términos tienen acepciones distintas:

Crecimiento: Aumento de las dimensiones de la masa corporal (tamaño, talla y peso) Es el resultado de la división celular y el producto de la actividad biológica; es manifestación de las funciones de hiperplasia e hipertrofia de los tejidos del organismo. Se asocia con aumento de tamaño, pero no necesariamente es así. El crecimiento puede resultar en un aumento o disminución de la talla, peso, complejidad, textura, pero siempre es un cambio cuantitativo que puede ser medido por cm/año o gr/día.

Desarrollo: Es el cambio en las proporciones físicas. Procesos de cambios cuantitativos y cualitativos que tienen lugar en el organismo humano y que traen aparejado aumento en la complejidad de la organización e interacción de todos los sistemas. También se refiere a cambios unidireccionales que ocurren en un ser viviente desde constituirse como una simple célula hasta la muerte. Tiene como base la diferenciación celular que conduce a la maduración de las diferentes funciones físicas y psíquicas.

Según Mayoral la cabeza al nacer es $\frac{1}{4}$ de la talla y en el adulto $7\frac{1}{2}$ parte de la talla; el cráneo es 7 veces mayor que la cara al nacer, y con el desarrollo de la dentición, el crecimiento de la cara aumenta hasta la pubertad 12 veces hasta que en el adulto ocupan igual proporción(Fig.1)

La cabeza al nacimiento constituye la 4ta parte del cuerpo, la 5ta en el primer año, la 6ta a los 8 años; la 7ma en la pubertad y la 7ma y $\frac{1}{2}$ en la edad adulta (Fig. 2)

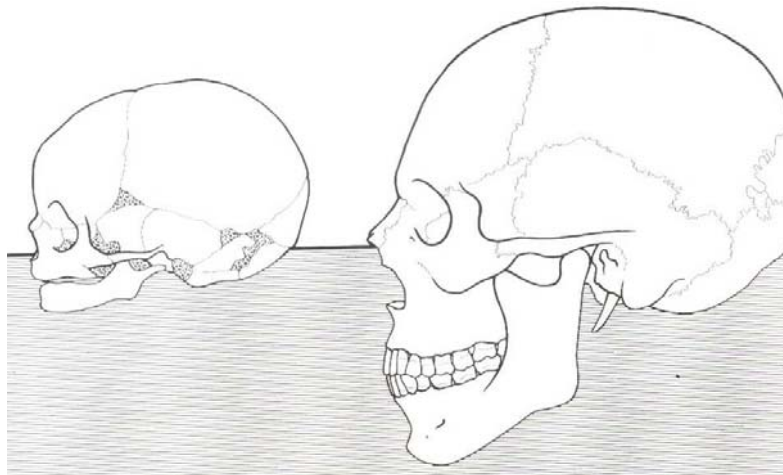


Figura 1

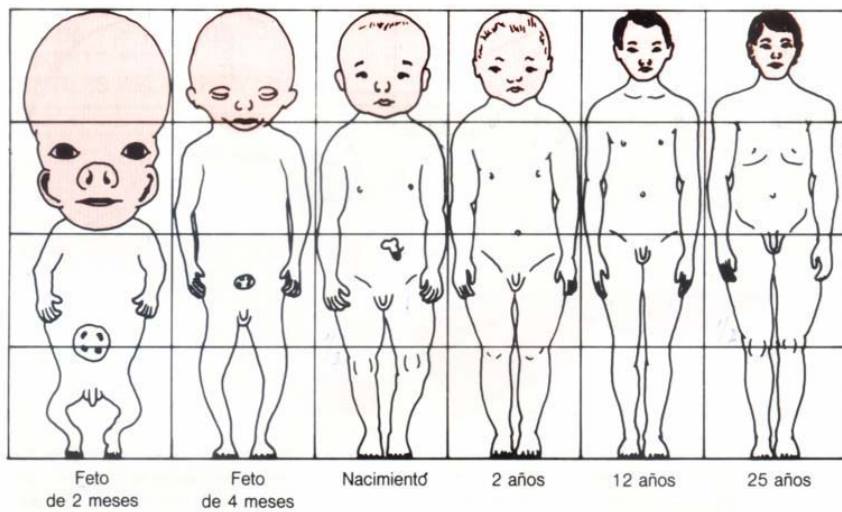


Figura 2

El **crecimiento y desarrollo** no se produce en un niño de forma independiente sino que representa una continuidad de interacciones.

Ambas se usan para designar los procesos físicos, químicos y psicológicos que causan los cambios de forma y funciones de todos los tejidos del cuerpo e incluye el aumento de las capacidades del individuo y las adaptaciones adquiridas en el proceso hacia la madurez. El ejemplo clásico de crecimiento y desarrollo está en las propias células reproductoras, el óvulo y el

espermatozoide, ambos microscópicos con un peso aproximadamente de unos miligramos y con funciones propias de organismos unicelulares, a solo nueve meses de su unión, originan un ser de aproximadamente 50 cm y 3 Kg. de peso con todas las complejas funciones de un organismo multicelular.

Maduración: Cambios ocurridos con la edad ej. pubertad como período de maduración rápida y de crecimiento acelerado, un órgano madura cuando éste alcanza el mayor grado de perfeccionamiento. Es la estabilización del estado adulto provocado por el crecimiento y desarrollo.

Según Moyers, existen dificultades semánticas cuando se consideran las tres palabras, **crecimiento, desarrollo y maduración**. Cada término conlleva conceptos, no presentes en los otros y sin embargo hay superposición.(Fig. 3)



Figura 3

Concepto de “Normalidad.”

A fin de estar en condiciones de juzgar el crecimiento y maduración individual, necesitamos *estándares o criterios de normalidad de alguna forma*, mediante los cuales podamos referirnos a las variaciones individuales. Los estándares del crecimiento y desarrollo son normalmente valores promedios obtenidos en estudios de grupos representativos de una población, sin que digamos que sean ideales a alcanzar y que la variación se resume dentro de un rango normal, que no reflejan procesos patológicos. El crecimiento normal en un niño debe estar determinado por el rango de variación del potencial de crecimiento en su ambiente social.

Conceptos de: Patrón, variabilidad y cronología.

En estos estudios es muy importante el concepto de **patrón**. En sentido general el patrón refleja proporcionalidad, habitualmente de un grupo complejo de proporciones y no sólo de una única relación proporcional. En el crecimiento, el patrón representa también la proporcionalidad, pero de una forma más compleja, ya que no sólo se refiere a un conjunto de relaciones proporcionales en un momento determinado, sino a los cambios que se producen a lo largo del tiempo.

Existe un nivel de organización superior; el patrón de crecimiento que se refiere a los cambios que experimentan esas proporciones a lo largo del tiempo. Todos estos cambios que forman parte del patrón normal de crecimiento, reflejan el gradiente céfalo-caudal de crecimiento; quiere decir que existe un eje de crecimiento en aumento desde la cabeza a los pies. (Fig. 2)

Otro aspecto del patrón normal de crecimiento es que no todos los organismos ni tejidos del cuerpo crecen al mismo ritmo. En la cabeza y la cara el gradiente céfalocaudal de crecimiento influye en las proporciones y provoca cambios en las mismas durante el crecimiento. Al comparar las proporciones del cráneo de un recién nacido con las del adulto, es fácil comprobar que el niño tiene un cráneo relativamente mayor y una cara más pequeña. Este cambio en las proporciones, más acentuado en el crecimiento de la cara en relación al cráneo, es un aspecto muy importante del patrón de crecimiento facial. Cuando se considera dicho patrón desde la perspectiva del gradiente céfalo-caudal, la mandíbula que es la parte más alejada del cerebro tiende a crecer más y hasta más tarde que el maxilar, el que se encuentra más cerca de dicho gradiente. (Fig.1)

Otro concepto para estudiar el crecimiento y desarrollo es la **variabilidad**. No todos los individuos son iguales, tanto en la forma de crecer como en otros aspectos. Puede resultar difícil, aunque clínicamente importante, decidir si un individuo representa sólo un extremo de la variación normal o si exceden los límites considerados normales. En vez de clasificar a las personas como normales o anormales, es más útil pensar en términos de desviación de los patrones habituales y cuantificar esa variabilidad. Una forma de hacerlo es comparar a un niño determinado con sus semejantes, mediante tablas de crecimiento estándares. Es importante en el crecimiento y desarrollo físico la **cronología**. Las variaciones cronológicas se deben a que un mismo acontecimiento afecta a distintos individuos en momentos diferentes. En los seres humanos las variaciones cronológicas en el crecimiento y desarrollo, son especialmente evidentes durante la adolescencia.

Existe una gran variación individual en relación con la edad en que se presenta el brote de crecimiento de la pubertad. Podría ser normal un rango de ± 2 años promedio. Esto indica que para las niñas el comienzo del brote puede estar entre los 9-13 años y para los varones entre los 9-15. Este rango de valores es como en muchas distribuciones biológicas una distribución normal. En los varones el brote ocurre más tarde y termina después; y los resultados son un aumento mayor en altura de las que alcanzan las hembras. Mientras que los varones y hembras de la misma edad tienen más o menos la misma talla en la infancia, las hembras sobrepasan a los varones entre los 10-11 años. Algunos años después los varones las alcanzan y finalmente las sobrepasan en altura. Las diferencias en alturas entre hombre y mujer adultos no se deben a ningún patrón de crecimiento diferente durante la adolescencia, sino al inicio posterior de crecimiento en los varones. Debido a que éste comienza como promedio 2

años después, los varones tienen el beneficio de 2 años extra de crecimiento; esto a un ritmo aproximado de 5cm por año.

II.3. Crecimiento y Desarrollo General Normal. Etapas.

El crecimiento general del hombre dura aproximadamente hasta los 22 años. Se acostumbra a dividir en períodos que se resumen en el siguiente cuadro.

-Infancia { Primera: Desde el nacimiento hasta 3 años.
Segunda: Entre los 3 y 6 años.
Tercera: Entre 6 a 11 años (mujer)
6 a 12 ó 13 (hombre)

-Adolescencia { Pre- puber: e/ 11 y 13 mujer
12 y 14 hombre
Pubertad: e/ 13 y 15 mujer
e/ 14 y 16 hombre
Post- puber e/ 15 y 18 mujer
e/ 16 y 20 hombre

-Nubilidad: de 18 ó 20 hasta 25 años.

-Edad adulta: de 25 a 60 años.

-Senilidad: de 60 en adelante.

Cada una de estas etapas está caracterizada por aspectos especiales de crecimiento y desarrollo, pero no hay límites precisos entre ellas. Aunque el crecimiento durante la etapa prenatal es de vital importancia para la futura salud del niño, nuestros verdaderos datos cuantitativos de este período son incompletos. Durante el período embrionario, el ritmo de crecimiento es bajo, mientras que en el período fetal es alto, especialmente durante el quinto mes. El peso aumenta por unidad de tiempo; por otro lado, es mayor hacia el final del período fetal, donde alcanza 36 cm con peso de 1000g en la semana veintiocho, mientras que al nacer presenta 50-52 cm y alrededor de 3500g.

Dejamos por sentado que el crecimiento evoluciona en 3 etapas principales. Infancia, adolescencia y nubilidad o juventud.

- **Infancia.**

Primera Infancia: Comprende desde el nacimiento hasta los 3 años y en ella se observan cambios como:

- 1- Erupción de dientes temporales y completamiento de la dentición temporal.

- 2- Aumento de la talla en más de un 40 % en el primer año se produce el mayor de todo el crecimiento del niño.
- 3- Aumento de la estatura desde 50 cm hasta 1m.
- 4- Aumento de peso de 3 a 12 Kg.

Segunda Infancia: Comprende desde los 3 y hasta los 6 años.

- 1- Coincide con la aparición del 1er molar permanente(6 años) por tanto se inicia la dentición mixta.
- 2- El aumento de estatura y peso es menor que en la primera infancia, siendo de 25 a 30 cm y 6 ó 7 Kg. respectivamente.
- 3- Aumento de crecimiento en ancho.
- 4- Evolución dentaria aparentemente estacionaria.
- 5- Volumen de la cabeza es muy grande en relación con toda la talla total.

Tercera Infancia: Abarca desde los 6 y hasta los 11 años en la mujer y los 12 ó 13 en el hombre.

- 1- Se sustituye la dentición temporal por la permanente. Es conocido como período de la dentición mixta.
- 2- El crecimiento de la cabeza se hace más lento.
- 3- Aumento longitudinal del esqueleto en relación con el crecimiento transversal. Esta división está hecha en países de zonas templadas y puede cambiar sensiblemente en zonas tropicales.

- **Adolescencia.**

Prepúber:

Dura 2 años y aparece primero en las niñas, es una época de importantes cambios en el organismo. Abarca desde los 11 a los 13 en la mujer y de 12 a 14 en el hombre.

- 1- Aumento del crecimiento de las extremidades inferiores.
- 2- Aumento de la talla de aproximadamente 7 cm por año.
- 3- El peso no sigue el mismo ritmo por tanto se acentúan la desproporción entre los brazos y las piernas que aparecen muy largas en relación con el tronco corto.

Pubertad.

Abarca de los 13 a los 15 en las mujeres y de los 14 a los 16 en los hombres.

- 1- Aparecen las primeras manifestaciones sexuales y de los caracteres sexuales secundarios (menarquia, primera eyaculación).
- 2- Desde el punto de vista dentario es de relativa calma aunque algunos procesos podemos encontrar el brote de los 3ros molares en nuestro medio.

Pospúber: El individuo completa su transformación y va adquiriendo su forma y proporciones definitivas. Abarca de lo 15 a los 18 en las mujeres y de los 16 a los 20 en el hombre.

La adolescencia es la época más importante del crecimiento y desarrollo, pues se producen las mayores crisis evolutivas de algunos órganos (como los sexuales) y se terminan la de los otros.

Corresponde al establecimiento de la dentición permanente y un cambio de importancia en el crecimiento de los maxilares; el conocido como estirones de la pubertad que deben tenerse presentes como factores coadyuvantes en el tratamiento ortodóncico y además por la frecuencia de la desproporción del volumen de los dientes con el hueso de soporte

- **Nubilidad.**

Es la etapa que sigue a la pubertad y dura hasta los 25 años. El crecimiento es relativo y el individuo alcanza la estatura y proporciones definitivas. El único cambio dentario puede ser la erupción de los 3ros molares y el crecimiento de los maxilares es muy reducido.

- **Edad Adulta.**

Período de equilibrio funcional, el crecimiento está terminado y el individuo alcanza su mayor fuerza física, intelectual y genital.

Durante todas las etapas el individuo sufre cambios en las proporciones físicas corporales tales como la de la cabeza en relación con la talla total y de la cara en relación con el volumen total de la cabeza.

4. Variables que Afectan el Crecimiento Físico.

La variabilidad puede verse en la velocidad, regulación o carácter del crecimiento al igual que en tamaño logrado o final. Según *Moyers* estas variables son:

1) **Herencia:** Los estudios genéticos del crecimiento físico utilizan datos de mellizos monocigóticos, se suponen entre los monocigóticos y dicigóticos debidas al ambiente. Hay control genético del tamaño de las partes, en gran medida de la velocidad del crecimiento y del comienzo de los sucesos del desarrollo, menarquia, calcificación dentaria o erupción de los dientes.

2) **Nutrición:** La malnutrición durante la niñez retarda el crecimiento y el brote adolescente del crecimiento, crecimiento compensador aparece cuando un régimen nutricional favorable es proporcionado lo suficientemente temprano; el crecimiento compensador no siempre restaura al individuo el tamaño que hubiera tenido sin la malnutrición, sobre todo cuando se ha experimentado una mal nutrición grave y prolongada.

La mal nutrición puede afectar el tamaño de las partes, proporciones corporales, químicas del cuerpo y la calidad y textura de ciertos tejidos por ejemplo huesos y dientes.

3) **Enfermedad:** La enfermedad sistémica tiene efecto sobre el crecimiento del niño pero la plasticidad del organismo humano durante el crecimiento es tan grande que el clínico debe diferenciar entre las enfermedades menores y mayores. Las enfermedades menores de la niñez no suelen tener mucho efecto sobre el crecimiento físico. Por otra parte enfermedades serias prolongadas y

debilitantes tienen su efecto sobre el crecimiento. El pediatra no se preocupa solamente de las enfermedades que puedan matar al niño o mutilarlo, sino también aquellas que afectan el proceso de crecimiento.

4) **Raza:** Para los antropólogos físicos que estudian los aspectos raciales del crecimiento, es un problema la definición de las razas al igual que la separación de los factores socioeconómicos de los raciales con el control preciso de todas las variables a parte de la raza, puede demostrarse que hay distintas diferencias raciales de alguna significación de peso al nacer, altura y peso, velocidad de crecimiento y comienzo de los diversos indicadores nutricionales al saber menarquia, osificación de los huesos, calcificación y erupción de los dientes.

5) **Clima:** Hay una tendencia general por los que viven en el frío a tener una mayor proporción de los tejidos adiposos y mucho se ha dicho sobre las variaciones esqueléticas asociadas del clima, así como la mayor velocidad de crecimiento del niño y el peso del recién nacido. Afecta poco la relación de crecimiento.

6) **Físico adulto:** Esto indica que hay una correlación entre físico adulto y los primeros sucesos de desarrollo por ejemplo: Las mujeres altas tienden a madurar mas tarde y tener variaciones en la velocidad de crecimiento con los distintos somatotipos.

7) **Factores socioeconómicos:** Esta categoría incluye algunas superposiciones con factores ya mencionados, Ej. La nutrición; sin embargo, hay diferencias descritas; niños que viven en condiciones sociales favorables tienden a ser más grandes y mostrar diferentes tipos de crecimiento y diferentes relaciones altura peso y variaciones en la regulación del crecimiento cuando se compara con niños con desventajas. Algunas de las causas de estas diferencias son evidentes y algunas de las aplicaciones son interesantes a medida que nuestra sociedad se hace más afluyente. ¿ Cuanto más vamos a crecer y madurar más temprano? Es interesante anotar que muchas de las relaciones primitivas están asociadas con la clase socioeconómica y no con el ingreso familiar. (Afectación en el crecimiento del niño)

8) **Tamaño de la familia y orden de nacimiento:** Hay diferencias de tamaño en los individuos, en su nivel de maduración en cuanto a logros en su inteligencia que pueden ser correlacionados con el tamaño de la familia de la que proceden. Los primogénitos tienden a pesar menos al nacer y finalmente alcanzan menos estatura y un coeficiente de inteligencia más elevado.

9) **Ejercicios:** No se ha efectuado un aporte fuerte sobre los efectos beneficiosos del ejercicio en el crecimiento. Aunque puede ser útil para el desarrollo de habilidades motoras para la aptitud y el bienestar general. No se ha demostrado que en los niños que hacen ejercicios fuertes regularmente crezcan en forma más favorable.

10) **Tendencias Seglares:** Puede demostrarse que existen cambios de tamaño y maduración, con el tiempo y que no han sido bien explicados. Los muchachos de 15 años son aproximadamente 5 pulgadas mas altos en comparación con los de 15 hace 50 años atrás. La edad promedio para el comienzo de la menarquia ha ido disminuyendo marcadamente en todo el mundo. Ambos hechos son ciertos cuando la raza, nivel socioeconómico, nutrición, etc han sido cuidadosamente controlados. Tales cambios son llamados tendencias seglares en el crecimiento y aunque han sido estudiadas a fondo meticulosamente, todavía no se ha dado una experiencia verdadera y satisfactoria para estas comprobaciones interesantes.

11) **Trastornos psicológicos:** Niños en situaciones de stress presentan inhibición de la hormona de crecimiento y al ser liberado del stress la hormona vuelve a liberarse y el niño recupera el crecimiento. Hay evidencia escasa.

5. MECANISMO DE CRECIMIENTO ÓSEO.

El crecimiento óseo es un proceso acumulativo reabsortivo y de depósito, acompañado de remodelado.

➤ **Movimientos de crecimiento.**

Conforme un hueso aumenta de volumen, al mismo tiempo se aleja de otros huesos en contacto con él. Estos movimientos están dados por la aposición de hueso nuevo sobre un lado de la cortical y reabsorción del lado opuesto. Esto produce un movimiento real del crecimiento que proporciona las dimensiones progresivamente creciente de todo un hueso.

Durante el agrandamiento de los huesos craneofaciales se ven dos tipos de movimientos de crecimiento:

1. Corrimiento por arrastre cortical.
2. Desplazamiento.

Arrastre: El arrastre es el movimiento de crecimiento hacia la superficie depositaria (Deriva) resultado de combinaciones de depósito de hueso nuevo en un lado de la lámina cortical y reabsorción en el lado opuesto.

El arrastre ocurre en toda la zona de crecimiento de un hueso y no está registrado a los centros de crecimiento principales, produce aumento generalizado así como la reubicación de los puntos implicados. El arrastre ocurre simultáneamente con el desplazamiento, pero se distingue de él ya que son modos diferentes de movimiento de todo el hueso como unidad.

Desplazamiento: Es el movimiento de todo el hueso como una unidad. A medida que un hueso es separado de su unión con otros huesos, el remodelado

por crecimiento, mantiene simultáneamente las relaciones de los huesos entre sí. Ej: El crecimiento del maxilar superior hacia delante y abajo. (Fig.4)

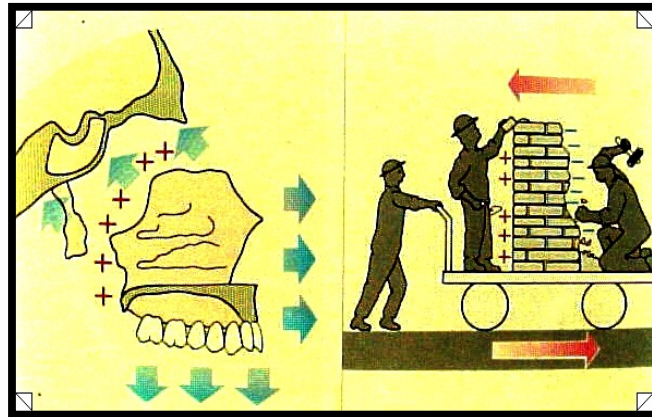


Figura 4

Dirección del crecimiento

La superficie orientada hacia la dirección real del crecimiento recibe depósito nuevo de hueso, mientras que la que se aleja del curso de crecimiento es reabsorbido.

Ej. El borde anterior de la mandíbula es reabsortiva y el borde posterior es depositario. (Fig.5)

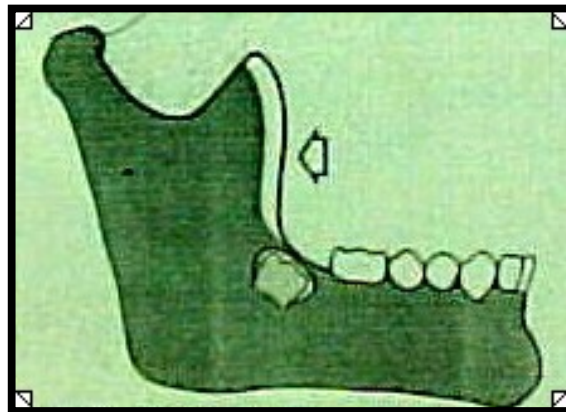


Figura 5

El remodelado sirve para mantener las formas y proporciones de los huesos durante el periodo de crecimiento. En la medida que ocurren aposiciones óseas mediante el remodelado concomitante de las superficies opuestas, el hueso puede migrar en relación a una estructura fija. Como regla general, la superficie sobre la que ocurre el crecimiento es aposicional, mientras que la opuesta es reabsortiva. Estos dos procesos no necesitan producirse con la misma

intensidad, la actividad aposicional normalmente excede la reabsorción durante el periodo de crecimiento, de forma que el hueso se hace más grueso. Un ejemplo de tal tendencia pasiva en la región facial es el paladar duro, el que baja en relación con las estructuras que lo rodean debido a la reabsorción del piso nasal y la aposición concomitante del techo del paladar

6 Crecimiento Craneofacial Prenatal

Es necesario un buen conocimiento del desarrollo prenatal para una adecuada comprensión del crecimiento postnatal y la patogénesis de defectos de los labios, maxilares y paladar, así como otras malformaciones faciales congénitas.

El desarrollo prenatal humano comprende tres periodos:

* El **periodo de huevo**, desde la fecundación hasta la implantación en la pared del útero al 7mo-8vo días.

* El **periodo embrionario**, que esta dividido en periodo presomítico, cuando se forman las paredes del germen (8-21 idas), el estado somítico (21-30 idas) y el estado postsomítico (4ta-7ma semana) Durante los dos últimos estados se diferencian y desarrollan la mayoría de los órganos y se establece la forma general del cuerpo. Por tanto, a veces, este período se conoce como órgano-genético. La mayoría de los agentes teratogénicos se encuentran activos durante esta etapa de intensa diferenciación, produciendo varias malformaciones.

* El **periodo fetal**, que va del tercer mes hasta el parto, esta caracterizado más por el crecimiento que por la diferenciación, y decrece rápidamente la susceptibilidad a los agentes teratogénicos.

Las *capas germinales* generan la embriogénesis de los distintos sistemas y órganos de la siguiente forma:

* El **endodermo** forma la línea epitelial de la parte posterior de la cavidad bucal y del sistema digestivo completo, de la raíz de la lengua hacia abajo.

* El **ectodermo** la piel y las estructuras relacionadas (pelo, uñas y las glándulas sudorípedas), sistema nervioso, epitelio nasal, la parte anterior de la cavidad bucal y el esmalte.

* El **mesodermo** forma el *mesenquima* (tejido conectivo embrionario), diferenciado del tejido conectivo, el esqueleto y los músculos lisos (excepto en la piel), sangre y vasos linfáticos.

*El papel del **ectomesénquima** se ha reforzado en la embriología moderna. Esta "capa" se desarrolla de las células de la cresta neural durante la formación del tubo neural. Ellas se separan del ectodermo en los 21-22 días, después realizan una intensa migración ventral sub-ectodérmicamente. Esas células forman una variedad de estructuras en la región bucal, incluyendo el tejido

esqueletal y la mayoría del tejido conectivo embrionario de la cara, cualquier otra parte del cuerpo se origina del mesodermo.

6.1. Crecimiento de los Componentes de la Cara.

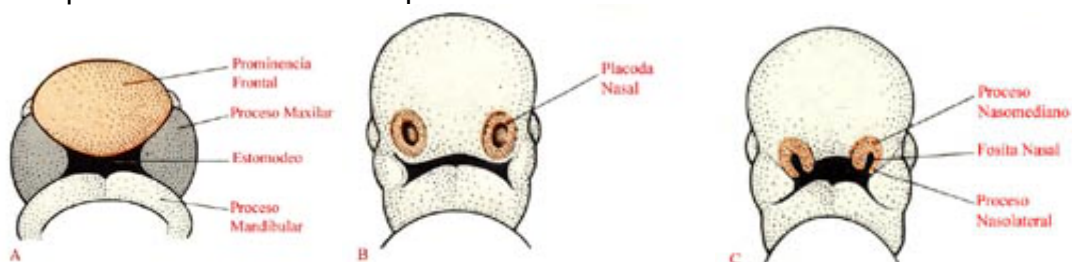
- **El complejo nasomaxilar**

La diferenciación de la cara humana se produce temprano en la vida prenatal, específicamente entre la 5ta y 7ma semanas después de la fertilización. Durante este periodo ocurren una cantidad de sucesos importantes que determinan la formación de la cara humana.

En la cuarta semana después de la concepción, la futura cara y región del cuello, ubicada debajo del procencefalo del embrión humano se segmenta. Se forman cinco arcos branquiales, que aparecen como agrandamientos tubulares redondeados y están ligados por hendiduras y surcos que ayudan a definir cada arco. Se numeran comenzando por delante las regiones media e inferior de la cara se desarrollan en parte de los primeros dos, llamados arco mandibular e hioideo. El tercero también contribuye a la base de la lengua. Dentro de cada uno de estos arcos branquiales aparecen elementos esqueléticos, musculares y vasculares, que se desarrollan en sistemas que abastecen la cara y el cuello.

La cara humana se caracteriza primariamente por una invaginación u hoyuelo en la cara ectodérmica superficial que aparece justo debajo del procencefalo. A medida que esta fosa se profundiza, forma el contorno de la cavidad bucal. Las masas de tejidos que rodean inmediatamente estas fosas bucal, formarán la cara humana. En la cuarta semana el límite posterior de la fosa bucal se pone en contacto con el intestino anterior en desarrollo. A medida que la lámina bucal ectodérmica se encuentra con el revestimiento endodérmico del intestino, la membrana se desintegra y se logra por primera vez la continuidad entre la cavidad bucal y el tracto gastrointestinal. A las cinco semanas, la cara aparece apretada entre el procencefalo que está creciendo rápidamente y por el corazón, que ocupa mucho de la cavidad torácica en este estadio.

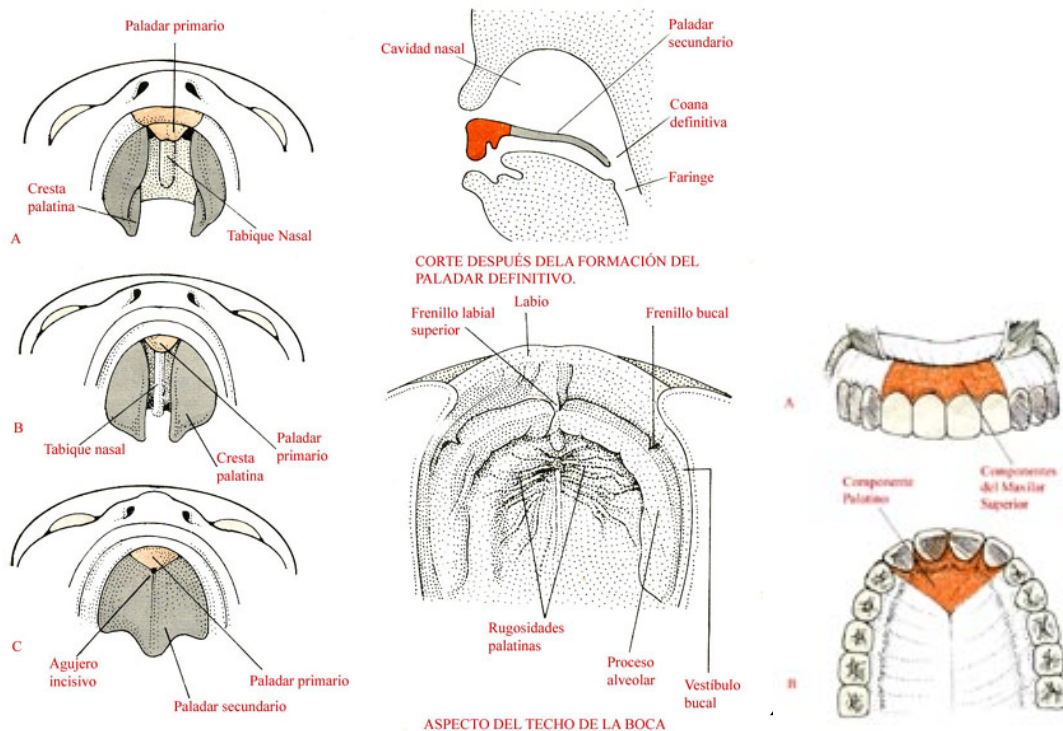
Los procesos nasales mediales y laterales se desarrollan durante la quinta semana debido a una invaginación de los placoides nasales al mismo tiempo que el ectomesénquima circundante se expande. La inflamación lateral se desarrolla después dentro del ala de la nariz. El proceso medial crece caudalmente para unirse con los procesos anteriores y mediales del maxilar en crecimiento, y establecen un techo incompleto de la boca, el paladar primitivo. El proceso nasal medial forma la parte central de la nariz y se desarrolla dentro de la parte central del labio superior.



La invaginación de las placoides nasales, los huecos de la nariz, alcanzaran finalmente la cavidad bucal, pero al mismo tiempo se mantienen separados por una pared epitelial, la membrana buconasal. Cuando esta membrana se rompe, en la quinta semana, se abre una conexión entre las cavidades nasal y la bucal. El techo de la boca durante el final del periodo embrionario tiene forma de herradura con su parte anterior formada por el paladar primario y sus límites laterales por la cara bucal de los procesos maxilares.

Durante la séptima semana se desarrollan dos dobleces tisulares a partir de los procesos maxilares. Estos dobleces se conocen como repisas palatales que crecen verticalmente sobre cada lado de la lengua en desarrollo, desde el paladar primario hacia adelante, hacia lo que será la región tonsilar posterior. Alrededor de una semana después, esas repisas palatales adoptan una posición horizontal sobre la lengua. Al encontrarse una con la otra y fusionarse, el techo de la boca se extiende mas hacia atrás, estableciendo el paladar secundario. La fusión de las repisas continúa en dirección posterior de la 8va a la 12va semana, con la parte posterior extendiéndose mas allá del septum nasal, constituyendo el paladar blando y la úvula.

ETAPAS EN LA FORMACION DEL PALADAR DEFINITIVO



• **La mandíbula y la articulación témporo mandibular**

Siguiendo el rápido crecimiento de sus derivados mesodérmicos, el primer arco faríngeo sube la cara inferior durante el final del periodo embrionario. En esta etapa el rodete cartilaginoso conocido como cartílago de Meckel, actúa como el esqueleto primario de la cara inferior extendiéndose desde la vecindad de la

cápsula ótica del condrocráneo. Esta barra cartilaginosa retrocede hacia dorsal, donde permanece como un ligamento y como precursor de los osículos auditivos del oído medio

Pueden verse partes de cuerpos mandibulares osificados en la 6ta o 7ma semana en forma de finas placas óseas en el área del forámen mentoniano, laterales al cartílago de Meckel y sus ramilletes neurovasculares acompañantes. Los cuerpos osificados y la rama de la mandíbula están formados por expansión anterior y posterior. El cuerpo mandibular se mantendrá como una estructura gemela a través del periodo fetal.

Los primeros signos de la formación de la articulación son alrededor de la 12va semana, La articulación ha asumido al principio su forma y estructura definitiva hacia el final del cuarto mes.

Cuando se compara con otras articulaciones sinoviales en el cuerpo, la temporomandibular es de las últimas en formarse, La actividad neuromuscular en la musculatura bucofacial ha sido observada tan temprano como en el tercer mes.

- **Los labios y procesos alveolares**

A las seis semanas los maxilares son masas sólidas de tejidos. Existe un labio primitivo superior la parte central del cual, el prolabio, consiste de tejidos que provienen del proceso nasal medio, mientras que las partes laterales vienen de los procesos maxilares. El labio inferior primitivo esta formado por partes de los procesos mandibulares.

- **La musculatura facial y la lengua**

Los músculos faciales se piensa que están formados del ectomesénquima de los arcos faríngeos. Estos músculos pueden verse en embriones de 4-5 semanas. El desarrollo y diferenciación de estas masas ecto-mesenquimatosas para formar músculos separados y grupos de músculos de la cara, es extremadamente complejo, Los músculos de la masticación se desarrollan del primer arco faríngeo, mientras que los de la mímica se diferencian del segundo arco.

La parte anterior de la lengua se desarrolla del arco mandibular y la posterior, del segundo, tercero y parte del cuarto arco faríngeo. Los músculos de la lengua comienzan en la 7ma semana, pero su origen es incierto.

- **Cambios que ocurren en la cara.**

- La cara sufre un crecimiento craneo-caudal que permite su alargamiento vertical, dando oportunidad a que las relaciones de los ojos y la nariz cambien de la posición paralela en que se encontraban, en la 7ma semana a su colocación definitiva: los ojos se mueven hacia la línea media y la nariz se alarga, quedando visible el puente, formación de los párpados y de los labios, reducción paulatina del

tamaño de la abertura bucal, se termina la formación del pabellón de la oreja y éste, junto con el resto del oído interno se dirige hacia atrás y hacia arriba.

- El maxilar inferior sufre cambios importantes. Hasta la formación del paladar el maxilar se encontraba en una posición retrógrada, pero después crece en mayor proporción que el maxilar superior para dar cabida a la lengua y el embrión adquiere un aspecto de prognatismo inferior. Más adelante disminuye el crecimiento de la mandíbula y en el nacimiento la relación más frecuente es la de retrognatismo inferior en relación con el maxilar superior, lo que es favorable para el pasaje por el canal vaginal.
- La osificación y el crecimiento de los huesos continúa en la vida fetal y en el nacimiento, la bóveda craneana se encuentra formada a excepción de las fontanelas que se osificarán después. Son 6 las fontanelas o zonas de osificación incompletas situadas en los ángulos de los huesos parietales.

1. Fontanela anterior (osifica a los 18 meses de vida extrauterina.).

2. Fontanela posterior (osifica 1 mes después del nacimiento.).

3. 2 fontanelas antero laterales (osifica a los 3 meses.).

4. 2 fontanelas posterolaterales (osifica a los 2 años.)

II.6.2. Malformaciones Congénitas.

- 1) **Macrostomía:** Hendidura bucal excesivamente amplia. Los procesos maxilar y mandibular no se unen. Es difícil determinar, el tamaño de la boca es variable por factores hereditarios.
- 2) **Microstomía:** Los procesos maxilar y mandibular se unen de tal medida que la boca es pequeña.
- 3) **Hendidura facial oblicua:** Presencia de una hendidura anormal en la superficie facial por la falta de fusión del proceso maxilar con el nasal lateral correspondiente.
- 4) **Labio leporino:** Hendidura anormal en el labio superior por la fusión incompleta de los procesos nasales medios en la línea media (labio leporino medio), Si no se fusionan el proceso nasal medio con el proceso nasal lateral, se produce el labio leporino lateral, el que puede ser, uni o bilateral. El labio leporino es más frecuente en varones y su incidencia aumenta con la edad de la madre.
- 5) **Paladar fisurado:** Abertura en el techo de la cavidad oral por el cierre incompleto del paladar definitivo que puede estar asociado o no al labio leporino, más frecuente en hembras.
- 6) **Ausencia de fosa nasal y cúpula etmoidal:** Deficiencias en la migración de las células de la cresta neural, por lo que hay falta de desarrollo del nervio olfatorio y falta de formación de la placoda nasal.

- 7) **Etmocefalia:** Defecto facial medio anterior por deficiencia de tejido cerebral por alteraciones de las células que migran de la cresta medial. En ocasiones si la alteración es parcial, la etmocefalia es simple y se produce una hendidura mediana del paladar y/o nariz.
- 8) **Alteraciones de la oreja:** Síndrome de A.B es la más frecuente
- 9) **Quistes fisurales:** Fallas en la fusión ósea en la época del desarrollo embrionario, los restos epiteliales quedan englobados durante la fusión y más tarde comienzan a proliferar. Pueden ser:
- Glóbulo maxilares: Englobamiento del epitelio durante la fusión de los procesos maxilares y de la porción globular del proceso nasal medio.
 - Naso palatino: Persistencia de los remanentes de los dos conductos nasopalatinos.
 -
- 10) **Quistes de desarrollo:** Quiste del conducto tirogloso: Desde agujero ciego hasta la parte media del cuello (hioides) puede persistir un trayecto fistuloso como vestigio del desarrollo tubular de la glándula tiroides.
- 11) **Síndrome de Treacher Collins o disóstosis mandibulo-facial:** Falta de desarrollo de los arcos malares, mandíbula curva acortada, falta de desarrollo del oído medio por lo que hay pérdida de la audición.
- 12) **Síndrome de Pierre Robin:** Mandíbula corta, posiblemente paladar hendido y lengua agrandada.

7. Crecimiento Postnatal del Complejo Cráneo facial.

7.1. Cambios generales en las dimensiones y proporciones.

La cara del recién nacido es redonda y plana. Los ojos dominan, y debido a la ausencia de la raíz de la nariz parecen estar ampliamente separados. Durante el periodo de crecimiento, la cara asume una forma más oval, principalmente debido al crecimiento de los maxilares.

El perfil facial convexo de los niños es organizado, como si fuese debido a una posición más anterior de los maxilares. Esta impresión se incrementa por el desarrollo del mentón, y la profundización de los ojos como consecuencia del desarrollo de los rebordes orbitales y del puente de la nariz.

El esqueleto facial aumenta en todas direcciones durante el periodo de crecimiento postnatal, el aumento en altura es mayor que en profundidad, y que en ancho. La anchura facial es la primera en alcanzar las tres dimensiones y el esqueleto facial por tanto se hace invariablemente más largo y estrecho del nacimiento a la adultez.

La altura facial superior e inferior responde a variables altamente independientes. La altura facial antero superior parece estar principalmente relacionada con los cambios de crecimiento en la base craneal, mientras que las dimensiones de la inferior parecen ser más dependientes de la función muscular, factores ambientales que interfieren con el pase del aire, y la postura de la cabeza. Por tanto el patrón de crecimiento de la cara es un asunto altamente individual.

7.2. Bóveda Craneana. (neurocráneo)

Al nacimiento la bóveda craneana es asimétrica por la presión a que es sometida durante el parto, esto se corrige con el crecimiento post natal por lo que cambia de forma en los dos primeros años de vida. El cráneo se agranda debido a la presión que ejerce el cerebro en crecimiento y su función primaria es la protección del mismo.

La causa del aumento real del cráneo no es el crecimiento aposicional en la superficie externa de los huesos, sino el desarrollo sutural. Ambas superficies óseas, la externa y la interna, son de aposición y reabsorción.

En el nacimiento las suturas entre los huesos están separadas por medio de las fontanelas que son espacios membranosos en la bóveda. El crecimiento de la bóveda craneana se hace (según Brodie) en forma concéntrica. (Fig. 6)

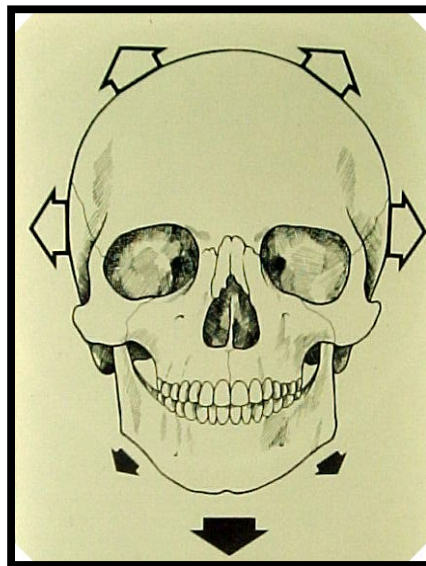


Figura 6

- **Crecimiento en anchura.**

Crece por aposición en su superficie externa, con resorción concomitante en la tabla interna, crecimiento de la sutura sagital media entre los huesos parietales y de la sutura sagital entre los huesos frontales.

- **Crecimiento en altura.**

Se debe al crecimiento de las suturas frontoesfenoidal, parietoesfenoidal, parietotemporal y parietooccipital, y en menor grado por aposición sobre la tabla externa de la bóveda craneana.

- **Crecimiento en longitud.**

Crecimiento en la sutura coronaria, compensando el aumento en longitud de la base del cráneo y en menor cuantía ajustes por remodelado, principalmente adyacentes a la sutura.

7.3. Crecimiento de la Base Craneal (condocráneo)

La base craneal se encuentra entre el neuro y el viscerocráneo; por estar íntimamente ligada a la bóveda comparten la función de protección del cerebro, pero también está articulada con la columna, el cóndilo mandibular y el complejo nasomaxilar.

Los centros de osificación del condocráneo, aparecen al comienzo de la vida embrionaria, marcando la ubicación definitiva de los huesos basilar, esfenoides y etmoides, que constituyen la base del cráneo. Al ir avanzando la osificación persisten entre los centros de osificación, franjas de cartílagos denominadas sincondrosis. Los puntos importantes de crecimiento son: la sincondrosis esfeno-occipital, la Inter.-esfenoidal y la esfeno-etmoidal. (Fig.7) La Inter-esfenoidal se osifica antes o inmediatamente después del nacimiento.

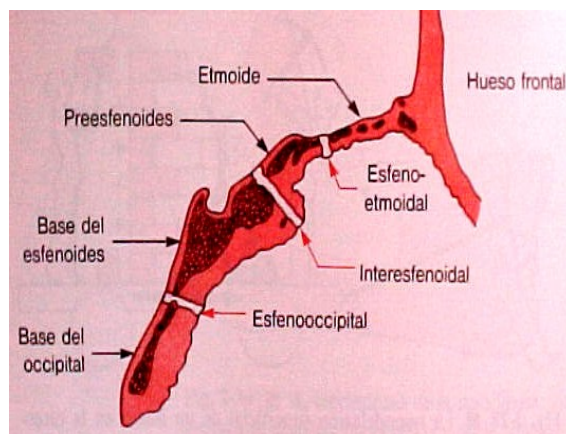


Figura 7

- **Crecimiento en ancho.**

En la anchura de la base contribuyen las sincondrosis tèmpero-esfenoidal y tèmpero-occipital, además de la aposición superficial.

- **Crecimiento en altura.**

La altura de la base está dada por la aposición superficial.

- **Crecimiento en longitud.**

Hasta la primera infancia la sincondrosis esfeno-etmoidal juega un papel fundamental en el crecimiento en longitud de la base craneal, posteriormente y hasta aproximadamente los 20 años el principal crecimiento anteroposterior de la base del cráneo se debe a la sincondrosis esfeno-occipital. También participan los procesos de aposición ósea con su reabsorción concomitante.

7.4. Crecimiento del Complejo Nasomaxilar.

Las maxilas se desarrollan del tejido membranoso lateral del cartílago de la cápsula nasal, al final de la sexta semana de vida fetal, donde se formará el canino, a partir de este punto, la osificación se producirá en todas direcciones. El maxilar propiamente (premaxila, maxila y paladar) es el resultado de un patrón de crecimiento altamente complejo con muchos componentes diferentes.

El desarrollo de las cavidades orbitales prácticamente se completa al nacimiento. La cavidad nasal se ubica entre las dos órbitas y su piso se encuentra a nivel del fondo. El proceso alveolar solo puede percibirse débilmente, y el paladar tiene una débil curvatura transversal. El cuerpo maxilar está completamente lleno con el desarrollo dentario. Los senos paranasales en el verdadero sentido, son deficientes todavía, aunque son una depresión en el piso de la cavidad nasal, indicando su futura posición.

- **Crecimiento en profundidad.**

En relación con la base craneal, el crecimiento maxilar se produce en sentido antero inferior, aunque con grandes variaciones individuales. El crecimiento anterior es principalmente el resultado del desplazamiento de los cuerpos maxilares. El aumento dimensional en el maxilar se produce principalmente en la parte posterior por aposición ósea en las tuberosidades y sus suturas adyacentes. La base alveolar es asimismo elongada, creando espacio para los dientes que erupcionan después.

La superficie anterior del maxilar, por otro lado, es estable desde el punto de vista del crecimiento, y solo presenta variaciones en el patrón de remodelado. La posición del contorno anterior del proceso cigomático es también marcadamente estable en relación con el cuerpo maxilar.

- **Crecimiento en altura.**

El crecimiento vertical de la cara media en relación con la base craneal anterior es el resultado combinado de la descendencia del maxilar como un todo por desplazamiento y remodelado de las superficies óseas. El desplazamiento del maxilar, clasificado como descenso sutural del hueso, genera espacio para la

expansión de la cavidad nasal y las órbitas. Sicher plantea que el crecimiento del macizo nasomaxilar se debe a 4 pares de suturas paralelas (Fig. 8) que unen el cráneo y cara y empujan el complejo nasomaxilar hacia adelante y abajo para adaptar su crecimiento con la mandíbula y estas son:

1. Sutura frontomaxilar.
2. Sutura cigomático- maxilar.
3. Sutura cigomático- temporal.
4. Sutura pterigo- palatina.

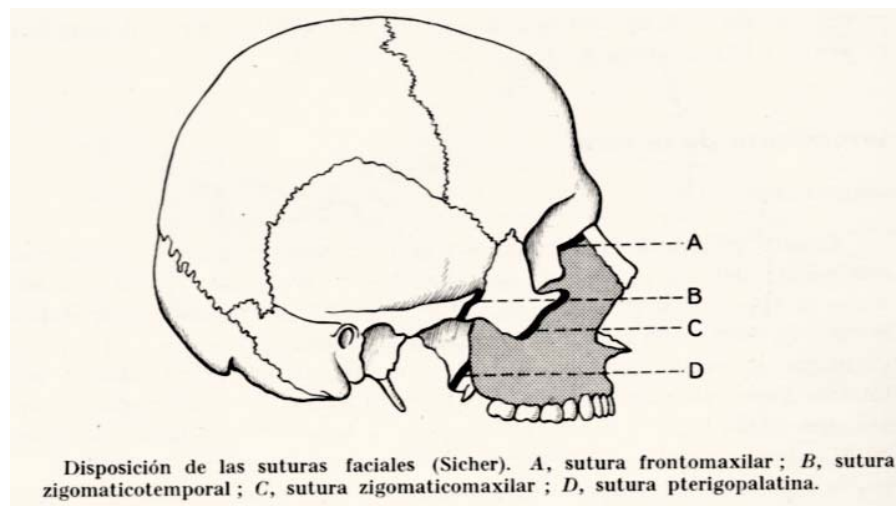


Figura 8

El piso de la cavidad nasal y el techo del paladar se mueven verticalmente en relación con las órbitas. El crecimiento de los procesos alveolares es rápido durante la erupción dentaria y excede el descenso del techo del paladar tres veces como promedio, acentuando así la curvatura del paladar. La magnitud del crecimiento vertical de los procesos alveolares y la curvatura del paladar muestran relativa variación individual, debido a la capacidad adaptativa del proceso alveolar y la dentición.

Por otra parte Scott consideró que las suturas faciales no podrían impulsar el complejo nasomaxilar en su desplazamiento anterior y descendiente. Razonó que el tabique nasal cartilaginoso ocupa una posición estratégica que provoca que la región facial media se desplace en sentido antero inferior conforme aumenta de tamaño. Como el tejido tolera mayor presión que las suturas al parecer cuenta con capacidad de desarrollo para empujar expansivamente abajo y adelante el complejo nasomaxilar.

Moss plantea que los tejidos esqueléticos crecen en respuesta al crecimiento de los tejidos blandos (tejido celular subcutáneo y submucoso, epitelio nasal, bucal, vasos, nervios, músculos)

- **Crecimiento en ancho.**

Se produce una expansión adicional en la cavidad nasal mediante la separación de los dos cuerpos maxilares en la sutura media, desplazamiento lateral y reabsorción ósea en las paredes laterales de la cavidad. Se ha mostrado que el crecimiento en ancho del maxilar en la sutura media continúa hasta la etapa juvenil, entre los 17 y 18 años aproximadamente y paralela a la curva de crecimiento en altura. También se ha mostrado que la separación de los dos cuerpos es mayor hacia atrás que hacia adelante.

7.5. Crecimiento de la Mandíbula.

Aunque todavía separada por una sínfisis en la línea media al nacimiento, las dos mitades de la mandíbula se fusionan entre el primero y segundo año de vida. Los procesos alveolares y el sistema muscular se encuentran pobremente desarrollados en estas edades, de forma que la forma de la mandíbula en el neonato esta principalmente determinada por su arco basal. De todos los huesos faciales, el mandibular muestra la mayor cantidad de crecimiento postnatal, también la mayor variación individual en su morfología.

- **Crecimiento en profundidad.**

Como el complejo nasomaxilar, la mandíbula crece hacia adelante y abajo principalmente como resultado del desplazamiento de todo el hueso. La parte de la sínfisis mandibular contribuye poco o nada en la longitud durante el crecimiento postnatal.

Concomitantemente con el crecimiento hacia atrás y arriba del cóndilo, la rama se reubica hacia atrás. Ocurre aposición en el margen posterior de la rama con simultánea reabsorción del contorno anterior, lo que alarga el cuerpo mandibular.

La dirección del crecimiento del cóndilo muestra gran variabilidad individual. El rango de crecimiento parece ser mayor en individuos con crecimiento anterior del cóndilo.

- **Crecimiento en altura.**

El crecimiento en altura permitido por el proceso alveolar para ajustar el desplazamiento hacia abajo del cuerpo mandibular, depende de la dirección y ritmo de crecimiento del cóndilo. Con relación a la base mandibular, la cantidad de crecimiento condilar como promedio es de 3mm durante la niñez y hasta alrededor de 5mm durante el brote de crecimiento puberal. El borde inferior de la mandíbula contribuye poco al crecimiento en altura, lo que se produce en esta zona es un extenso remodelado.

- **Crecimiento en ancho.**

Debido a su fusión temprana, la sínfisis tiene poca participación en el crecimiento en anchura postnatal (forma en V) Como ambas ramas tienen la misma forma divergente en V en una sección vertical, el mismo principio del

crecimiento contribuirá en ancho durante el aumento vertical de los procesos coronoides.

8. Teorías que tratan de Explicar el Crecimiento Craneofacial.

8.1. Teoría Genética.

Brodie notó el patrón persistente de configuración facial y supuso que estaba bajo fuerte control genético. Se pensó que los cartílagos y suturas faciales estaban bajo control genético y que el cerebro determinaba las dimensiones de la bóveda.

Esta implica que las suturas de la bóveda eran pasivas mientras que las suturas faciales forzaban activamente la separación de los huesos.

Autores suponen que la función de la programación genética ejerce una influencia fundamentalmente en el establecimiento del patrón facial básico y las características sobre las cuales el medio externo e interno operan.

El genotipo aporta toda la información necesaria para la expresión fenotípica, el problema es conocer como el genotipo puede ser modificado por factores generales, regionales y locales.

8.2. Hipótesis de Sicher (Dominancia Sutural)

Sicher dedujo de sus estudios con sustancias colorantes que las suturas estaban causando la mayor parte del crecimiento. Pensaba que el tejido conectivo de las suturas del complejo nasomaxilar y la bóveda producían fuerzas que separaban los huesos tal como las sincondrosis expandían la base craneana y las láminas epifisales elongaban los huesos largos. Consideraba a las suturas, cartílago y periostio responsable de todo crecimiento facial y suponían que todos estaban bajo un fuerte control genético intrínseco.

Se supuso que la programación intrínseca en las células periósticas productoras de hueso, los cartílagos con vínculo óseo y las suturas de los mismos huesos determinaba el crecimiento, forma y dimensiones óseas. Mientras que influencias como las hormonas y las acciones musculares podrían reforzar estas determinantes con predominio genético.

Los desplazamientos óseos a medida que dichas estructuras aumentan de tamaño se atribuyeron a fuerzas expansivas en membranas osteogénicas (suturas y cartílagos).

Plantea que el crecimiento del macizo nasomaxilar es debido a cuatro pares de suturas como ya se explicó.

Se asigna un papel más activo a las suturas de la región facial que a las de la bóveda.

8.3. Hipótesis de Scott (tabique nasal)

James Scott Consideró los sitios cartilaginosos en todo el cráneo, como centros primarios de crecimiento.

El crecimiento cartilaginoso en la base craneal y el del septum nasal serán los factores fundamentales en el control del crecimiento, en menor proporción influirán factores ambientales y locales.

8.4. Teoría de la Matriz Funcional (Melvin Moss)

Moss piensa que el hueso y el cartílago carecen de determinantes de crecimiento y crecen en respuesta al crecimiento intrínseco de tejidos asociados, señalando que el código genético para el crecimiento esquelético craneofacial está fuera del esqueleto óseo, Denomina a los tejidos asociados matrices funcionales donde cada componente realiza una actividad, mientras que los tejidos esqueléticos soportan y protegen las matrices funcionales asociadas. Estos tejidos esqueléticos crecen en respuesta al crecimiento de los tejidos blandos (tejido celular subcutáneo y submucoso, epitelio nasal, bucal, vasos, nervios, músculos)

Cualquier hueso crece por reacción a relaciones funcionales establecidas por la suma de todos los tejidos blandos que trabajan vinculados con ese hueso, el cual no regula el ritmo ni las direcciones de su crecimiento. La matriz funcional del tejido blando es el determinante verdadero que domina el crecimiento esquelético.

Teoría de Van Limborgh (explicaciones conjuntas)

Combina varias teorías para explicar los mecanismos de crecimiento.

Van L. Construyó un modelo que distingue el conjunto de elementos que modifica el crecimiento y desarrollo del cráneo y cara (condocraneal contra el desmocraneal (intramembranoso)).

Plantea 6 elementos esenciales:

- El crecimiento condocraneal es controlado principalmente por factores genéticos intrínsecos.
- El crecimiento desmocraneal es controlado solo por unos pocos factores genéticos intrínsecos.
- Los cartílagos del cráneo en crecimiento son centros de crecimiento.
- El crecimiento sutural es controlado principalmente por influencias originadas de los cartílagos del cráneo y otras estructuras adyacentes de la cabeza.
- El crecimiento periostio es controlado principalmente por influencias originadas en estructuras adyacentes a la cabeza.
- El crecimiento sutural y periostio son gobernados adicionalmente por influencias ambientales no genéticas locales inclusive F musculares.

A la teoría de **V.L, Moyers** le agregó un 7^{mo} punto:

- El crecimiento condilar mandibular es controlado en alguna medida por influencias ambientales no genéticas, locales.

Hipótesis de Petrovic(servosistema)

Con el lenguaje de la cibernética Petrovic razonó que es la interacción de una serie de cambio causal y mecanismos de retroalimentación lo que determina el crecimiento de las regiones craneofaciales.

De acuerdo con esto en el crecimiento facial, el control de los cartílagos 1^{rios} (por ej. mandíbula) adopta una forma cibernética de un comando mientras que el control del cartílago 2^{rio} (por ej. cóndilo mandibular) está formado no solo de un efecto directo de la multiplicación celular sino también de efectos indirectos. La dirección y magnitud de la variación del crecimiento condilar es percibida como respuesta cuantitativa a la elongación del maxilar por lo que el tamaño mandibular no es una determinante genética. Estas ideas son útiles para entender el papel de los aparatos funcionales en el crecimiento mandibular.

Teorías de control de crecimiento según Proffit.

Es cierto que el crecimiento depende significativamente de factores genéticos, pero también puede verse muy afectado por el papel que ejerce el entorno, en forma de nivel de nutrición, grado de actividad física, estado de salud y otros factores.

En los últimos años, 3 teorías importantes han tratado de explicar los factores que determinan el crecimiento craneofacial:

1. El hueso, como otros tejidos; es el principal factor determinante de su propio crecimiento (Sicher).
2. El cartílago es el principal factor determinante del crecimiento óseo, mientras que el hueso responde de forma 2^{ria} y pasiva (Scott).
3. La matriz de tejido blando en la que se encuentran los elementos esqueléticos es el principal determinante del crecimiento y tanto el hueso como el cartílago son seguidores 2^{rios} (Melvin Moss).

La diferencia principal entre estas teorías radica en el nivel en que se expresa el control genético

De acuerdo a los conocimientos actuales la realidad es una síntesis de la 2 y la 3, mientras que la 1ra (prevalente hasta los años 60) ha quedado descartada.

Se consideró que las suturas entre los huesos membranosos del cráneo y los maxilares eran centros de crecimiento junto con los puntos de osificación endocondral de la base del cráneo y el cóndilo mandibular. Teniendo en cuenta que:

- Lugar de crecimiento: Es solo una zona en la que se produce el crecimiento.
- Centro de crecimiento: Es una zona en la que se produce un crecimiento independiente (controlado genéticamente).

Todos los centros de crecimiento son lugares de crecimiento pero no a la inversa.

Desde este punto de vista el crecimiento era el resultado de la expresión de todos estos lugares de crecimiento de un programa genético. Esta constancia interpretó que los lugares de crecimiento eran también centros de crecimiento.

Si esta teoría fuera correcta el crecimiento a nivel de las suturas se produciría en gran medida independientemente del entorno y no sería posible modificar en gran medida la expresión del crecimiento en las suturas.

Ahora parece claro que las suturas(y tejido perióstico) no son las determinantes fundamentalmente del crecimiento craneofacial. Por lo que según líneas deductivas se llega a la siguiente conclusión:

1. Cuando se trasplanta una zona de sutura entre dos huesos faciales a otra región(ej: bolsillo formado en el abdomen) el tejido no sigue creciendo. Ello indica que las suturas carecen de potencial de crecimiento innato.
2. El crecimiento a nivel de las suturas responde a influencias exteriores. Ej: si se separan mecánicamente los huesos faciales o craneales a nivel de las suturas el hueso creado se llenará con hueso neoformado. Si se comprime la sutura se inhibirá el crecimiento a ese nivel.

Las suturas son lugares de crecimiento pero no centros de crecimiento.

El cartílago como factor determinante.

En muchos huesos el cartílago se encarga del crecimiento, mientras que el tejido óseo se limita a sustituirlo, lo cual hace muy atractiva la aplicación de esta teoría a los huesos maxilares.

Si el crecimiento condral fuera la influencia fundamentalmente se podría considerar que el cartílago del cóndilo mandibular actúa como regulador del crecimiento de este hueso ya que la remodelación de la rama mandibular así como otros cambios superficiales son fenómenos 2^{rios} al crecimiento condral 1^{rio}.

Los partidarios de Scott(teoría del cartílago) postulan que el tabique cartilaginoso nasal actúa como regulador de otras facetas del crecimiento maxilar. El cartílago está situado de modo que su crecimiento podría producir fácilmente un desplazamiento anteroinferior del maxilar superior.

Se han llevado a cabo 2 tipos de experimentos para tratar de confirmar la idea de que el cartílago puede actuar como un verdadero centro de crecimiento. Se basa en los resultados de trasplantes de cartílago y valoración de los efectos que tienen sobre el crecimiento el hecho de eliminar el cartílago a una edad temprana.

Esto demuestra que no todos los cartílagos esqueléticos actúan del mismo modo al ser trasplantados.

Fragmento de placa epifisiaria de hueso largo (similar a la posición del cóndilo mandibular) seguirá creciendo en su nueva ubicación lo que implica que estos cartílagos tienen una capacidad innata de crecimiento. Parece probable que el cartílago de la sincondrosis de la base craneal se comportase de manera parecida.

En experimentos anteriores el trasplantes del cartílago nasal dio resultados equívocos, unas veces crecía y otras no. Sin embargo en experimentos más precisos se ha podido demostrar que el cartílago crece en cultivo casi tan bien como el cartílago de la placa epifisiaria.

Cuando se trasplantó el cóndilo mandibular al interior del cerebro se observó un crecimiento escaso o casi nulo y en estudios reciente de mayor precisión el cartílago del cóndilo mandibular mostró un crecimiento notablemente menor que los demás

cartílagos.. De acuerdo con estas respuestas parece ser que los otros cartílagos pueden actuar como centros de crecimiento pero no así el cóndilo mandibular.

Se han realizado experimentos para comprobar el efecto que tiene el hecho de eliminar el cartílago y determinar si al realizar esto disminuye o se detiene el crecimiento.

Al extirpar el cartílago nasal de un conejo en crecimiento se provocó una deficiencia considerable en el crecimiento de la región mesofacial.

Se han publicado pocos casos de pérdida precoz del tabique nasal en seres humanos con deficiencia posterior del crecimiento mesofacial, pero no podemos achacarla con seguridad total a la pérdida del cartílago. Se puede alegar que la propia cirugía y las consiguientes alteraciones del aporte sanguíneo son también causantes de la disminución del crecimiento.

No obstante la merma de crecimiento en animales experimentales es lo bastante llamativo para que se deduzca que el cartílago septal tiene algún potencial innato de crecimiento.

Si el cóndilo fuera un centro de crecimiento importante, cabría esperar que tras la fractura disminuyera el crecimiento a una edad temprana. Los libros afirman que las fracturas del cóndilo provocan graves trastornos al crecimiento.

Dos excelentes estudios llevados a cabo en Escandinavia en los años 60 refutaron esta opinión al plantear que el cóndilo puede regenerarse. Tras la lesión a partir del periostio de la fractura (en animales)

Entre el 15 y el 20 % de los niños escandinavos que se estudiaron disminuyó el crecimiento tras la fractura condilar, esto parece estar relacionado con el grado de trauma sufrido por los tejidos blandos.

Ni los experimentos de los trasplantes ni la extirpación del cóndilo confirman la idea de que sea un centro importante. Parece que el crecimiento de los cóndilos se asemeja más al de las suturas maxilares (totalmente reactivo) que al de las placas epifisarias.

Teoría de crecimiento de la matriz funcional.

Moss en los años 60, admite el potencial innato de crecimiento de los cartílagos de los huesos largos. Su teoría sostiene que ni el cóndilo mandibular, ni el tabique nasal son determinantes en el crecimiento de los maxilares.

Postula que el crecimiento de la cara se produce como respuesta a necesidades funcionales y está mediado por los tejidos blandos que recubren los maxilares. Los tejidos blandos crecen y el hueso y el cartílago reaccionan a ese crecimiento.

Ej:

- Bóveda craneal responde al crecimiento cerebral si la presión que ejerce el cerebro expande las suturas. Esto se puede comprobar con microcefalia e hidrocefalia, al aumentar líquido cefalorraquídeo aumenta presión intracraneal y aumenta bóveda craneal.
- Relación entre el tamaño del ojo y de la órbita (el ojo es la matriz funcional)

Moss postula que el principal determinante del crecimiento del maxilar y la mandíbula es el aumento de las cavidades nasal y oral que crecen en respuesta a las necesidades funcionales.

No se aclara en que forma se transmiten las necesidades funcionales a los tejidos, pero predice que el cartílago nasal y el cóndilo no son determinantes importantes del crecimiento y que su pérdida tendrá poco efecto sobre el mismo siempre que pueda mantenerse la función adecuada.

El 75 a 80% de niños con fractura condilar no afecta el crecimiento mandibular, el cóndilo se regenera muy bien. El 20 o 25% restante pudiera deberse a una interferencia funcional ej: anquilosis.

En resumen:

- El crecimiento craneal se produce en respuesta al crecimiento del cerebro.
- El crecimiento de la base del cráneo se debe fundamentalmente a crecimiento endocondral y a la sustitución ósea a nivel de la sincondrosis que tiene un potencial de crecimiento independiente pero tal vez están influidas por el crecimiento del cerebro.
- El crecimiento del maxilar y de las estructuras asociadas se produce por una combinación del crecimiento a nivel de las suturas y de una remodelación directa de las superficies del hueso.
- El maxilar se desplaza en sentido anteroinf al crecer la cara y las suturas van rellenándose con hueso neoformado. No se sabe en que medida el cartílago del tabique nasal colabora con el desplazamiento del maxilar pero es probable que este cartílago y los tejidos blandos circundantes contribuyan a la reubicación del maxilar en sentido anterior.

La mandíbula crece por proliferación endocondral a nivel condilar y por aposición y reabsorción ósea a nivel superficial. Se desplaza en el espacio por el crecimiento de los músculos y los demás tejidos blandos adyacentes y que la adición de hueso nuevo al cóndilo se produce como respuesta a los cambios en los tejidos blandos.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CRÁNEO Y DE LA CARA.

Los procedimientos utilizados en este estudio pueden dividirse en 2 clases según *Mayoral*:

- a) Métodos directos
- b) Métodos indirectos.

Métodos directos (los más primitivos)

Figuran en primer lugar:

1- Métodos antropométricos: utilizados durante mucho tiempo por los antropólogos para establecer normas y características raciales y medidas del mismo individuo en el curso del crecimiento. Medidas del cuerpo humano.

2- Implantes o injertos metálicos: Han servido para demostrar experimentalmente la forma y dirección del crecimiento en el maxilar superior e inferior, primero en animales de laboratorio y en nuestros días en el humano por medio de injertos de vitallium en los maxilares de los niños y por medio de telerradiografías seriadas superpuestas en los distintos injertos ha podido seguir la dirección del crecimiento. (*Hunter* dijo, *Humphrey* comprobó en porcino, anillas)

3- Inyección de sustancias colorantes.

Duhanel en el siglo XVIII mediante la ingestión de rubia en animales de experimentación, pudo notar lo siguiente:

- . solo se teñían algunas partes del hueso
- . los huesos de animales jóvenes se teñían más profundamente que los animales adultos.
- . solamente el hueso nuevo tomaba la tintura, no así al adulto.

Massle y Schour, inyectaron rojo de alizarina (no debe ser utilizado en humanos porque se une al calcio y tiñe, colorante especial de la planta ganza), intravenoso o intraperitoneal y comprobaron los experimentos de *Duhanel*, pudo así comprobarse que:

Hasta los 7 años (cuando empieza la dentición permanente) el crecimiento se hace en forma generalizada en todas las superficies de los maxilares y que de esta edad en adelante. Se localiza en ciertas zonas. Ej. tuberosidad del maxilar y en el borde alveolar y en la mandíbula en el borde posterior de la rama ascendente, en el proceso alveolar y en el cóndilo y apófisis coronoides. Siendo el cóndilo uno de los centros más importantes de crecimiento en la mandíbula.

Notas: Los tintes marcan zonas donde hubo crecimiento activo.

La tetraciclina es un colorante excelente pero es antiestético.

4- Procedimientos histológicos:

Ha podido apreciarse el tejido óseo en animales de experimentación y sus cambios de crecimiento según *Mayoral*.

Según *Castellino* estos procedimientos no reportan gran utilidad debido a la constante destrucción del hueso viejo. Los métodos químicos histológicos permitieron conocer la localización de algunas sustancias como glicógenos y las glicoproteínas.

Nota: Implantes metálicos : Perfeccionados en seres humanos hace más de 10 años y consiste en introducir en el interior del hueso, previa anestesia y desinfección del campo operatorio, agujas de vitallium y más recientemente de tártalo, 0,62 mm de ancho por 2mm de longitud.

Permanecen durante el resto de la vida sin ningún inconveniente y además tienen la ventaja de poder medir la cantidad de hueso formado o reabsorbido en las distintas áreas óseas en los distintos períodos de la vida.

Nota: en 1700 se utilizó *Madder* como colorante pero su administración afectó el crecimiento.

5- Osteométricos.

Según *Castellino* cap. 7 : utilizado por los antropólogos, consiste en la medición directa de un hueso desecado comparado con otros similares, pero de diferente edad.

Existen dos procedimientos :

Sección cruzada : proceder estático , utiliza gran numero de piezas óseas de distintas edades y por comparación de las medidas tomadas , se estudia el aumento de tamaño en un momento.

Sección longitudinal : las mediciones son hechas sobre un mismo individuo en crecimiento a través del tiempo , investiga la variación individual , desventaja tomada en vivo , y el espesor de los tegumentos es variable según el periodo, lo cual es causa de error.

Aporte:

Método de agrupar mediciones del crecimiento longitudinal: En un individuo o un grupo a través del tiempo es mas fiel pero costoso, se pierden pacientes

Transversales o cruzadas: en un individuo o un grupo en un momento

Según *Castellino*:

Índice Carpal: Índice valioso del estado de salud, su alteración puede ser indicador de enfermedades crónicas. Las radiografías de la mano tomadas periódicamente son las mas eficaces para medir el desarrollo del individuo, y es posible predecir el tamaño en que ha de ocurrir la fusión de las epifisis y cuando completara su crecimiento en altura. Se puede conocer con exactitud la edad de un niño de acuerdo con el grado de osificación y con el numero de huesos carpianos presentes.

Al utilizar el índice carpal debemos tener presente que el carpo esta formado por 8 huesos en dos hileras, superior de afuera hacia adentro: escafoides, semilunar, piramidal y pisciforme.

Inferior : trapecio, trapecoide, hueso grande y hueso ganchoso.

Orden corriente de aparición de estos huesos:

Primer año: Hueso grande y hueso ganchoso

Segundo año: Hueso piramidal

Tres y medio a cuatro: Semilunar

4 a 5 años: Escafoides, trapecio y trapecoide

Las niñas se adelantan y los varones pueden atrasarse de 1 a 2 años, de 12 a 13 años aparece el pisciforme con un adelanto de 2 años y medio en las niñas .

6- Anatomía comparada:

Muchos de nuestros conocimientos de la filogenia de los componentes anatómicos de la cabeza se ha derivado de estudios comparativos de especies fósiles actuales.

COLORACION VITAL

Una serie de inyecciones utilizando colorantes que puede ser alizarina, tetraciclina deja capas de hueso teñidos en distintos colores alternando con hueso no teñido.

El método revela:

1 : Manera en que se deposita el hueso

2: Sitios de crecimiento

3: Dirección de crecimiento y cantidad de crecimiento

4: Duración relativa en diferentes sitios.

Valor: permite conocer el patrón de depósito óseo post- natal en un periodo.

Métodos directos: Actividades realizadas en el individuo.

Métodos indirectos:

1. Impresiones y modelos de los arcos dentarios: donde pueden tomarse medidas entre diferentes puntos y observarse los cambios sufridos en la forma y dimensiones de la parte dentoalveolar de los maxilares en el curso del crecimiento.

2. Fotografías: pueden seguirse los cambios externos de frente y de perfil y si se desea mayor precisión al comparar los distintos puntos de referencia, pueden utilizarse papeles cuadriculados, transparentes superpuestos a las fotografías.

3. Radioautografos: inyección de materiales radioactivos en animales jóvenes y después de sacrificarlos, colocar los preparados óseos en contacto con una emulsión fotográfica para ver en que zonas se afecta más la placa. Las zonas que se observan más oscuras, corresponden a los sitios donde hay más material radioactivo.

radio isótopo

trazadores radioactivos: Ca., fosfato, proteínas.

4. Radiografías: constituye el método más efectivo con que contamos hoy en día gracias al *Dr. Broadbent* con su aplicación de las telerradiografías con las que se pudieron obtener una serie de Rx del mismo individuo, desde su nacimiento hasta la época en que termina el crecimiento. de esta manera la comparación se hace en las mismas personas, pudiendo sacar conclusiones sobre la dirección en que se mueven los distintos elementos del esqueleto, durante su crecimiento y desarrollo. Mayoral 28, 29.

En el crecimiento en general:

Según *Castellino*, los métodos de Rx han sido de gran utilidad aunque sus desventajas radican en que los estudios se realizaron en sección cruzada, o sea se tomaron diferentes testigos de edades diferentes, y que la línea que se utilizó para superponer la tele Rx tomadas varía en los diferentes animales y cambia con el crecimiento.

1. Bjork, Rx cefalométricas seriada: en combinación con la instalación de implantes metálicos dentro del tejido óseo, es el más exacto, permite el estudio longitudinal del mismo individuo a través de todo el ciclo vital, pudiendo mostrar en su aplicación el tamaño y los cambios de proporción de todo o de áreas individuales.

Como podemos apreciar todos los métodos utilizados para el estudio del crecimiento y desarrollo han aportado elementos importantes en cada momento histórico, para poder llegar en nuestros días a tener todos los recursos y conocimientos con que cuenta la ciencia moderna.

BIBLIOGRAFIA

1. Sinelnikov, R. D.: Atlas de Anatomía Humana. Moscu. Editorial MIR; 1995
2. Sicher, H.: Oral Anatomy. 3rd Edition. St. Louis. The C. V. Mosby Co. 1970
3. Van der Linden, F. P. G. M.: Facial Growth and Facial Orthopedic. Quintessence Publishing Co. Ltd.; 1996
4. Pritchard, J. J.: The Osteoblast in the Biochemistry and Physiology of Bones. 2nd. Edition, Vol. 1, London. G.H.Bourne, 1982
5. Hancox, N. M.: "The Osteoblast" in the Biochemistry and Physiology of Bone 2nd Edition. Vol. 1 London; G.H. Bourne, 1972
6. Young, R. W. Specialization of Bone Cells in Bone Biodynamic. (H.M. Frost Ed.) Little & Brown; 1984
7. Scott, J.H. Further Studies on the growth of the Human Face. Proc. Roy Soc. Med. 52:263; 1979
8. Farkas, L.G., Munro, J.R. Anthropometric Facial Proportions in Medicine. Springfield. Charles C, Thomas, III 1997
9. Bookstein, F.L. The Geometry of Craniofacial Growth Invariants Am. J. Orthod. 83:221-234; 1993
10. Bjork, A. The Use of Metallic Implants in the Study of Facial Growth in Childrens Methods and Application. Am.J. Phis. Antropol 29:243-250; 1968
11. Moss, M.L.: The primary Role of Functional Matrices in Facial Growth Am. J. Orthod. 55:566-577; 1989
12. Proffit WR. Ortodoncia teoría y práctica. 3a. edición. Madrid: Harcourt, 2001
13. Enlow DH. Crecimiento maxilofacial. Tercera edición. México, 1992.
14. Oviedo I. Historia de la ortopedia funcional de los maxilares. Ortodoncia y Ortopedia Craneofacial 3. (2) Abril 2000.
15. Mc.Namara JA. Un método cefalométrico. Evaluación. Am. J Orthod, 1997.
16. Gregoret J. Ortodoncia y cirugía Ortognática diagnóstico y planificación. Madrid: ESPAXS, 1998.
17. Viazis AD. Ortodoncia Teoría y Práctica. 1998.
18. Ferreira, FV. Ortodoncia: Diagnóstico y planificación Clínica. Sao Paulo: Artes Médicas. 2002.