



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA - U.N.A.M.**

CARRERA DE ODONTOLOGIA

**APLICACION CLINICA DE LOS CONOCIMIENTOS
SOBRE CRECIMIENTO Y DESARROLLO
CRANEOFACIAL.**

T E S I S

**Que para obtener el Título de:
CIRUJANO DENTISTA
p r e s e n t a
MA. DEL CARMEN ORTIZ GARCIA**



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.

INDICE

INTRODUCCION

Capítulo I

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL EMBRION HUMANO.....	1
A) Periodo del huevo.....	3
B) Periodo embrionario.....	12
C) Periodo fetal.....	25

Capítulo II

CRECIMIENTO OSED.....	28
A) Osificación endocondral.....	36
B) Osificación intramembranosa.....	45

Capítulo III

EMBRIOLOGIA DEL APARATO BRANQUIAL.....	48
A) Arcos faríngeos.....	48
B) Sacos faríngeos.....	56

Capítulo IV

EMBRIOLOGIA DE LAS ESTRUCTURAS FACIALES, BUCALES Y PARABUCALES.....	59
1.. Desarrollo de la cara.....	59
2.. Desarrollo del paladar.....	65
a) Paladar primario.....	65
b) Paladar secundario.....	66
3.. Desarrollo de labios, mejillas y encías.....	72
4.. Desarrollo de las cavidades nasales.....	73
5.. Desarrollo de la lengua.....	75
6.. Desarrollo de las glándulas salivales.....	79

Capítulo V

DESARROLLO EMBRIOLÓGICO DEL CRÁNEO.....	81
1.- Neurocráneo.....	81
2.- Viscerocráneo.....	87

Capítulo VI

DESARROLLO POSTNATAL DEL CRÁNEO, CARA Y ESTRUCTURAS BUCALES.....	94
1.- Crecimiento del cráneo.....	94
A) Crecimiento de la base del cráneo.....	96
B) Crecimiento de la bóveda del cráneo.....	98
2.- Crecimiento del esqueleto de la cara.....	100
A) Maxilar superior.....	101
B) Maxilar inferior.....	106

Capítulo VII

DESARROLLO DE LOS DIENTES Y ESTRUCTURAS ASOCIADAS...	111
Lámina dentaria.....	111
Etapas del desarrollo dental.....	112
1.- Primordial.....	113
2.- Casquete.....	113
3.- Campana.....	115
4.- Aposicional.....	117
5.- Erupción.....	126
Ligamento periodóntico.....	124
Reemplazo de la dentición decidua.....	128
Erupción de dientes permanentes.....	129

CONCLUSIONES.....

BIBLIOGRAFIA.....

I N T R O D U C C I O N

El tema de crecimiento y desarrollo craneofacial deber ser conocido y estudiado por todo profesional que se precie de ser Cirujano Dentista.

Desgraciadamente se ha visto que el Cirujano Dentista, encontrándose en su práctica profesional, ve con cierta indiferencia su carencia de conocimientos acerca de los procesos de crecimiento y desarrollo tanto prenatal como postnatal y por ende, llega a cometer graves errores e incluso interferir directamente dichos procesos.

Se debería motivar a los estudiantes durante su preparación en las aulas universitarias, acerca de la importancia que tiene el dominio de esos conocimientos que debe aplicar durante los tratamientos dentales.

Es indispensable que el Dentista, que trabaja con el niño en crecimiento, posea un amplio conocimiento del crecimiento -- prenatal y postnatal siguiendo la embriología de las estructuras faciales, bucales y parabucales. Debemos seguir paso a paso esa transformación, para que en un momento dado se pueda evitar una malformación o saber en qué momento ocurre y porqué

Así evitaremos anomalías muchas veces causadas por nosotros mismos por ignorar la naturaleza dinámica de esos procesos prácticamente inseparables: crecimiento y desarrollo.

El crecimiento, considerado como un aumento de tamaño; y el desarrollo, que es el progreso hacia la madurez. Estos dos -

procesos están bajo la influencia del patrón morfogenético, por lo que es importante estudiar y seguir la serie de cambios que sufre el cigoto (resultado de la fusión del gameto masculino -- o espermatozoide con el gameto femenino u óvulo en un proceso -- conocido como fertilización) que marca el principio del nuevo -- individuo y que mediante divisiones mitóticas llegará a convertirse en un ser de maquinaria maravillosa y compleja, con características propias, al cual, durante el ejercicio de la práctica dental podamos aplicar nuestros conocimientos con mayor seguridad y eficacia.

Al hablar del desarrollo de las estructuras bucales, parabucales y faciales, estamos incluyendo el desarrollo de los --- dientes y estructuras asociadas, considerando que del nacimiento a la edad adulta, crecen dos conjuntos de dientes: los dientes temporales y los dientes permanentes. Debemos saber que los dientes del arco dental no son iguales en tamaño ni en forma, y qué mejor manera de saberlo que estudiar también la anatomía, -- embriología e histología del diente y de sus anexos.

Todo lo antes expuesto, fué lo que me indujo a realizar este pequeño trabajo, esperando que aclare completamente mis dudas y si fuera posible a los compañeros que tengan a bien leerlo, aclare las suyas y les sea de utilidad.

I.- CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL EMBRION HUMANO

El crecimiento y del desarrollo son dos procesos prácticamente inseparables que se realizan bajo la influencia del patrón morfogenético.

El crecimiento es un aumento de tamaño y el desarrollo es el progreso hacia la madurez. Estos dos procesos varían considerablemente durante las dos principales etapas del ser humano: prenatal y postnatal.

Durante la etapa prenatal el aumento de estatura es de -- 5,000 veces, mientras que sólo existe un aumento de tres veces durante todo el período postnatal. El aumento de peso, según Krogmen, es 6,500 millones de veces el del óvulo hasta el nacimiento y sólo 20 veces desde el nacimiento hasta la madurez.

El embrión humano crece desde una célula única, de alrededor de 140 micrones de diámetro, hasta llegar al feto a término, formado por muchos millones de células de diferentes tipos. En el momento del nacimiento, la longitud alcanzada es de 30 cms., y el peso oscila alrededor de 3 kg.

El crecimiento es el resultado de tres procesos diferentes:

- 1.- Multiplicación (aumento de células).
- 2.- Auxético (aumento del tamaño de las células).
- 3.- De acrecentamiento (aumento de la cantidad de material intercelular no viviente).

El ritmo de crecimiento (aumento de peso y de las dimensiones espaciales por unidad de tiempo) es muy rápido durante las primeras etapas y va disminuyendo a medida que la preñez avanza.

A medida que el embrión crece, a partir del óvulo fertilizado, hasta llegar al feto a término, experimenta numerosos cambios de forma, que son expresión de la diferenciación y que son resultado del ritmo variable de crecimiento de las diferentes partes de la masa embrionaria. El crecimiento de todo el organismo es la suma del crecimiento de cada una de sus partes que en forma individual pueden aumentar o disminuir su tamaño relativo durante el desarrollo.

El tamaño que alcanza el feto depende de la velocidad de crecimiento de las células embrionarias (determinado por los genes), del material nutritivo disponible y de la duración del período del crecimiento.

El desarrollo es resultado de planes genéticos contenidos en los cromosomas. La mayor parte de los procesos del desarrollo dependen de una interacción coordinada de manera precisa de factores genéticos y ambientales.

Cada sistema del cuerpo tiene su propio patrón de desarrollo, pero la mayor parte de los procesos de morfogénesis son semejantes y relativamente simples. Subyacentes a todos estos cambios hay mecanismos básicos de inducción y regulación. Durante un tiempo limitado al principio del desarrollo, ciertos tejidos embrionarios influyen de manera notable en el desarrollo de los tejidos adyacentes (inductores u organizadores). En la actualidad no se conoce bien la naturaleza de los agentes inductivos, pero se acepta en general que pasa alguna sustancia desde el tejido inductor hacia el tejido inducido.

El desarrollo prenatal del cuerpo humano puede ser dividido convenientemente en tres períodos principales:

- a) PERIODO DEL HUEVO, que comprende desde la fecundación y que culmina con la implantación del blastocisto, previo al esta

blincimiento de la circulación intraembrionaria. Esta etapa, que corresponde aproximadamente a las tres primeras semanas, en ella se forman las membranas fetales y aparecen las capas germinales en el disco embrionario.

- b) PERIODO EMBRIONARIO, que comprende desde el comienzo de la cuarta semana, hasta el final de la octava.
- c) PERIODO FETAL, abarca desde el final del segundo mes hasta el nacimiento. Este es un período de incremento absoluto y rápido más que de diferenciación.

a) PERIODO DEL HUEVO.- Desde la fecundación hasta su implantación a la pared uterina. Al final de este período el huevo mide 1.5 cms. de largo y ha comenzado la diferenciación cefálica.

CELULAS GERMINALES O GAMETOS.- El espermatozoide y el óvulo son células sexuales especializadas que contienen la mitad del número común de cromosomas. El número se reduce durante la gametogénesis, proceso de maduración llamado espermatogénesis en el varón y oogénesis en la mujer. En cada sexo la reducción se logra porque la célula madre de las células germinativas sufre dos divisiones consecutivas de tipo especial llamado meiosis (meio: hacer más pequeño). En el varón las cuatro células hijas son todas viables (espermatozoos), pero en la hembra sólo es viable una de las cuatro células hijas, las otras tres no se desarrollan y se eliminan en forma de cuerpos polares.

ESPERMATOGÉNESIS.- Las espermatogonias, que han estado inertes en los túbulos seminíferos de los testículos desde el período fetal, empiezan a aumentar de número en la pubertad. Des

pués de varias divisiones mitóticas crecen y se transforman en espermatoцитos primarios. Cada espermatoцитo primario más tarde, sufre una división de reducción (primera división de maduración) para formar dos espermatoцитos secundarios haploides. Más tarde estos espermatoцитos secundarios sufren una segunda división de maduración para formar cuatro espermátides haploides; las espermátides se transforman de manera gradual en cuatro espermatozoides maduros (espermiogénesis). La espermatogénesis, incluso la espermiogénesis, requiere de dos a tres semanas para terminar y prosigue, por lo normal, a través de la vida reproductiva del varón. Los espermatozoides para ser capaces de fertilizar al óvulo deben sufrir un cambio fisiológico conocido como capacitación, y un cambio estructural denominado reacción acrosómica. El espermatozoide tiene un promedio de vida de 24 horas aproximadamente, aunque se ha visto que el semen puede conservarse durante 4 días en el conducto reproductivo de la mujer.

OOGENESIS.-

a) MADURACION PRENATAL.- Los oogonios crecen para formar los oocitos primarios antes del nacimiento y son rodeados por células ováricas constituyéndose así un folículo primario. Los oocitos primarios empiezan la primera división de maduración después del nacimiento, pero la terminación de la profase no ocurre hasta después de la pubertad. No se forman oocitos primarios después del nacimiento.

b) MADURACION POSTNATAL.- Los oocitos primarios se conservan inactivos en los ovarios hasta la pubertad. Conforme madura el folículo, el oocito primario aumenta de tamaño y se forma a su alrededor una membrana de coloración profunda llamada zona pelúcida. Poco después de la ovulación, el oocito-

primario termina su primera división de maduración, resultando el oocito secundario y el primer cuerpo polar. En la ovulación el núcleo del oocito secundario empieza la segunda división de maduración, y progresa sólo hasta la metafase, momento en que la división se suspende. Si ocurre fecundación, la segunda división de maduración termina dando como resultado final el óvulo maduro y el segundo cuerpo polar. El óvulo liberado en la ovulación está rodeado por la zona pelúcida y una capa de células foliculares llamada corona radiada. Los estudios de las etapas tempranas del desarrollo indican que el óvulo suele ser fecundado dentro de las 12 horas siguientes a la ovulación. El óvulo humano no fecundado muere entre 12 y 24 horas después de su expulsión.

FECUNDACION.- Consiste en la fusión de un óvulo con un espermatozoide. Este proceso ocurre como sigue:

- 1) El espermatozoide atraviesa la corona radiada.
- 2) El espermatozoide atraviesa la zona pelúcida y digiere su camino por acción de las enzimas liberadas a través de su acrosoma.
- 3) La cabeza del espermatozoide se fija en la superficie del óvulo. Las membranas celulares se unen, quedando las dos células dentro de la misma membrana.
- 4) El óvulo reacciona al contacto con el espermatozoide de dos maneras:
 - a) Ocurren cambios en zona pelúcida y membrana celular del óvulo que inhiben la entrada de más espermatozoides.
 - b) El oocito secundario termina la segunda división meiótica y expulsa el segundo cuerpo polar. El óvulo está

ahora maduro, y el núcleo se conoce como pronúcleo femenino.

- 5) Una vez dentro del citoplasma del óvulo, el espermatozoide pierde rápidamente su cola y su cabeza crece para formar el pronúcleo masculino.
- 6) Los pronúcleos masculino y femenino se acercan entre sí en el centro del óvulo, sitio en el que entran en contacto, pierden sus membranas nucleares y sus cromosomas se entremezclan.

RESULTADOS DE LA FECUNDACION:

- 1.- Restablecimiento del número diploide.- La fusión de los dos células germinales haploides produce un cigoto, célula diploide con 46 cromosomas, número común en la especie humana.
- 2.- Variaciones de la especie.- Cada uno de los dos padres aporta la mitad de los cromosomas, teniendo el cigoto una nueva combinación. Este mecanismo constituye la base de la herencia bipaterna que da como resultado variaciones en la especie humana.
- 3.- Determinación del sexo.- El sexo del embrión depende, en el momento de la fecundación, de la clase de espermatozoide que fecunda al óvulo. Si el espermatozoide es transportador de X produce un cigoto XX que da por resultado a una hembra; si el espermatozoide es Y, produce un cigoto XY, resultando un varón.
- 4.- Iniciación de la segmentación.- La fecundación inicia el desarrollo al estimular al cigoto para que sufra una serie de divisiones celulares rápidas.

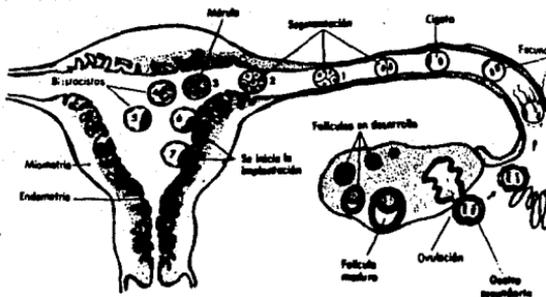


Fig. 1-1 Resumen esquemático de ciclo ovárico, fecundación y desarrollo durante la primera semana. Los números indican los días siguientes a la fecundación.

SEGMENTACION.- Unas 30 horas después de la fecundación el cigoto se divide en 2 células hijas llamadas blastómeros, apareciendo con rapidez divisiones subsecuentes firmándose blastómeros más pequeños. Esta serie de divisiones ocurre conforme el cigoto pasa por la trompa uterina hacia la cavidad.

Unos 3 días después entra en el útero una esfera sólida de 16 blastómeros aproximadamente, denominada mórula. Hacia el 4o día, entre líquido en la mórula desde cavidad uterina y ocupa los espacios intercelulares y separa las células en dos partes:

- 1) Una externa, el trofoblasto, que más adelante forma la parte principal de la placenta.
- 2) Una masa celular interna (embrioblasto) que originará el embrión.

Los espacios llenos de líquido pronto se fusionan para formar un espacio único y grande, conocido como cavidad del blastocisto, que convierte a la mórula en un blastocisto. La

masa celular interna se proyecta ahora hacia la cavidad del -- blastocisto por un lado, denominado polo embrionario, y el trofoblasto forma la pared del blastocisto. El blastocisto se encuentra libre en las secreciones uterinas durante unos dos -- días.

Hacia el 5o día la zona pelúcida degenera y desaparece.

Hacia el 6o día el blastocisto se adhiere al epitelio endometrial; las células trofoblásticas empiezan a invadir el -- epitelio endometrial. Conforme prosigue la invasión, el trofoblasto se diferencia en dos capas:

- 1.- Una interna, citotrofoblasto (celular).
- 2.- Una externa, el sincitiotrofoblasto, constituido por una -- masa protoplásmica multinucleada en la cual faltan las limitaciones intercelulares.

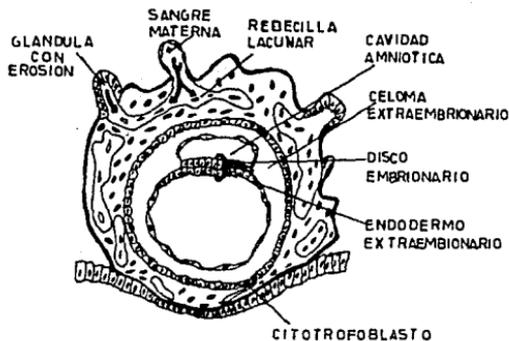
Hacia el final de la primera semana, el blastocisto ya -- tiene una implantación superficial en la capa endometrial del útero. Mientras está ocurriendo la implantación, ocurre diferenciación temprana de la masa celular interna. Aparece una capa celular aplanada, el endodermo embrionario. Aparecen en el sincitiotrofoblasto espacios aislados, llamados lagunas, que -- pronto se llenan de sangre materna derivada de los capilares -- rotos y de secreciones de las glándulas endometriales, sujetas a erosión. Este líquido nutritivo (embriotrofo) pasa al embrioblasto por difusión. Entretanto, aparecen pequeños espacios entre la capa celular interna y el trofoblasto invasor. Hacia el 8o día coalescen formando una cavidad amniótica en forma de hendidura. Al mismo tiempo, están ocurriendo cambios en la masa celular interna formándose así un disco embrionario aplanado, --- constituido por dos capas:

- 1.- Ectodermo embrionario.- células cilíndricas altas relaciona

das con la cavidad amniótica.

2.- Endodermo embrionario.- Células cuboides adyacentes a la cavidad del blastocisto.

Conforme aumenta de tamaño la cavidad amniótica, adquiere un techo epitelial delgado, llamado amnios probablemente derivado del citotrofoblasto. El ectodermo embrionario forma el piso de la cavidad amniótica. Al mismo tiempo se deslaminan otras células desde la superficie interna del trofoblasto y forman una membrana exocelémica delgada que se extiende alrededor de la pared interna de la cavidad del blastocisto y encierran una nueva cavidad, el saco vitelino primitivo. La deslaminación subsecuente de las células trofoblásticas origina una capa de células distribuidas de manera floja, mesodermo extraembrionario, alrededor del amnios y del saco vitelino primitivo.



El embrión de 10 días se encuentra por debajo del epitelio endometrial, cerrándose el defecto de entrada en el epitelio endometrial por un tapón de sangre coagulada y desechos celulares. Hacia el 12o día, el epitelio casi totalmente regene-

rado cubre el blastocisto.

En la etapa de los 13 a 14 días, han crecido cordones cito trofoblásticos sólidos dentro del sincitiotrofoblasto para formar las vellosidades primarias. Los espacios celómicos aislados del mesodermo extraembrionario se han fusionado para formar un celoma extraembrionario grande y único; esta cavidad llena de líquido rodea al amnios y al saco vitelino, excepto en el sitio en que el amnios está insertado en el trofoblasto por el tallo de conexión. Al mismo tiempo que se forma el celoma extraembrionario, el saco vitelino primitivo disminuye de tamaño y aparece un saco vitelino secundario de mucho menor tamaño. El celoma divide al mesodermo extraembrionario en dos capas:

- 1.- Mesodermo somático extraembrionario (somatopléurico) que cubre trofoblasto y amnios.
- 2.- Mesodermo espláncicoembrionario (esplacnopléurico) alrededor del saco vitelino.

El mesodermo somático extraembrionario y el trofoblasto juntos, constituyen el corion. El corion forma un saco dentro del cual el embrión y su amnios, y el saco vitelino, están suspendidos por el tallo de conexión. La cavidad del saco coriónico es formada por el celoma extraembrionario.

El embrión conserva la forma de disco embrionario bilaminar plano, pero las células endodérmicas de una zona localizada se han tornado cilíndricas para formar la lámina precordial esférica. La lámina precordial indica el sitio futuro de aparición de la boca, y sigue como organizadora importante de la región cefálica.

Ocurran cambios importantes conforme el disco embrionario bilaminar se convierte en embrión trilaminar. Aproximadamente a los 15 días la banda primitiva aparece como engrosamiento de la línea media del ectodermo embrionario. Produce células mesenqui

matosas que emigran en sentido lateral y craneal entre ectodermo y endodermo y se organizan en la tercera capa germinar primaria, el mesodermo intraembrionario. Conforme se alarga la banda primitiva, su extremidad craneal se engruesa para formar un nudo primitivo. En la banda primitiva aparece un surco primitivo estrecho, que continúa hasta llegar a una depresión en el nudo primitivo que se conoce como fovea primitiva, el nudo primitivo origina el proceso notocordal, las células mesenquimatosas derivadas de la banda primitiva y del proceso notocordal emigran hacia los bordes del disco embrionario de amnios y saco vitelino. Hacia el final de la tercera semana, existe mesodermo entre el ectodermo y el endodermo en todos los sitios, salvo a nivel de la membrana bucofaríngea, en la línea media ocupada por notocordio, y a nivel de la membrana cloacal.

FORMACION DEL TUBO NEURAL.- La placa neural aparece con engrosamiento de la línea media del ectodermo embrionario, craneal al nudo primitivo. Aparece un surco neural longitudinal que está flanqueado por pliegues neurales. Estos pliegues se encuentran y fusionan para formar el tubo neural.

FORMACION DE LAS SOMITAS.- El mesodermo a cada lado del notocordio se engruesa para formar columnas longitudinales de mesodermo paraaxial en pares de comitas que empieza en sentido craneal hacia el final de la tercera semana.

FORMACION DEL CELOMA.- El celoma intraembrionario surge como espacios aislados en la lámina mesodérmica lateral y en el mesodermo cardiogénico. Estos espacios celómicos entran en coalescencia más adelante, para formar una cavidad única y en forma de herradura, que, por último, origina las cavidades del cuerpo.

FORMACION DE LA SANGRE Y VASOS SANGUINEOS.- Los vasos sanguíneos aparecen por primera vez en saco vitelino, alantoides y corion, y se desarrollan dentro del embrión poco después. Aparece--

cen espacios dentro de las agregaciones del mesénquima (islotes sanguíneos) que pronto se cubren de endotelio y se unen con --- otros espacios para formar el sistema cardiovascular primitivo. Hacia el final de la tercera semana, el corazón está representado por pares de tubos cardiacos que se unen con los vasos sanguíneos del embrión y con las membranas extraembrionarias. Las células sanguíneas primitivas se derivan principalmente de las células endoteliales de los vasos sanguíneos en saco vitelino y alantoides.

FORMACION DE LAS VELLOSIDADES.- Las vellosidades primarias se convierten en secundarias conforme adquieren núcleos mesenquimatosos. Antes de terminar la tercera semana, aparecen capilares en las vellosidades que las transforman en vellosidades terciarias. Las extensiones citotrofoblásticas derivadas de las vellosidades emiten salientes digitiformes hacia el exterior que se unen para formar una coraza citotrofoblástica que ancla el saco coriónico en el endometrio. El desarrollo rápido de las vellosidades durante la tercera semana aumenta mucho el área de superficie del corion para el intercambio entre el embrión y la madre.

b) PERIODO EMBRIONARIO.- Comprende desde el comienzo de la 4a semana, hasta el final de la 8a. En su transcurso se producen un crecimiento y diferenciación rápidos durante los cuales se establecen todos los sistemas y órganos principales del cuerpo y la mayor parte de las características de la forma externa. Como ya se dijo anteriormente, el desarrollo inicial de todos los tejidos externos e internos principales ocurre durante este período, por lo tanto, la exposición del embrión a teratógenos durante este "período crítico del desarrollo" puede producir malformaciones congénitas de tipo principal.

1.- ESTIMACION DE LA EDAD EMBRIONARIA.-

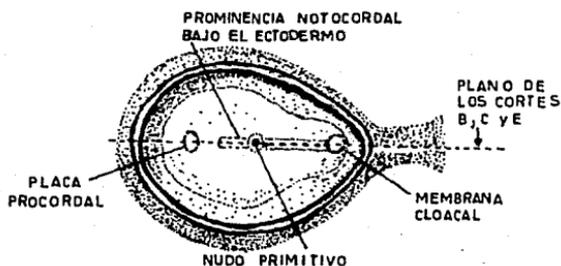
Es muy importante conocer la edad de fecundación de un embrión, por ejemplo, para determinar su sensibilidad a los agentes teratogénicos.

Excepto en los casos en que no se disponga de datos precisos sobre la fecha del coito y sobre la historia menstrual, por medio de los cuales se puede determinar con exactitud la edad del embrión, se pueden utilizar datos relativos al tamaño, y a las características generales del desarrollo, cuando se intente calcular su edad. Se debe insistir en que el cigoto no se forma hasta unas dos semanas después de iniciarse el último período menstrual normal. En consecuencia, deben deducirse 13⁺ días de la edad menstrual para obtener la edad real o de fecundación del embrión. El día en que ocurre la fecundación es el punto de referencia más precisa para calcular la edad; esta se calcula a menudo a partir del momento estimado de la ovulación, puesto que el óvulo debe ser fecundado dentro de las 12 horas siguientes a la ovulación. La consideración de la talla no es un método seguro, sin embargo, la siguiente regla es de utilidad para calcular la edad aproximada: en el día 32 el embrión mide 5 mm apicocaudal; crece 1 mm aproximadamente por cada día adicional hasta llegar al día 55; después de éste el ritmo diario de crecimiento es aproximadamente 1.5 mm.

2.- FORMA EXTERNA DEL EMBRION.-

a) PERIODO PRESOMITICO DEL DESARROLLO.- Comprende desde la aparición de la línea primitiva, hasta que se diferencia la primera somita. En el día 14 ó 15 después de la fertilización, el cuerpo del embrión es un disco bilaminado localizado entre la cavidad del saco amniótico y la del saco vitelino. En la mitad caudal del disco, se puede ver la línea primitiva, que forma en

la línea media un engrosamiento longitudinal y que termina cranealmente en el nódulo primitivo. La línea primitiva, el proceso notocordal y la placa precordial hacen que el disco sea simétrico bilateralmente. Caudalmente la línea primitiva no llega - hasta el borde posterior del disco, del que queda separada por la membrana cloacal. A nivel de la línea primitiva se forma un surco que se continúa en su extremo craneal a nivel del nódulo primitivo con la abertura del blastoporo. (Fig. siguiente).



A medida que el desarrollo prosigue, el disco embrionario aumenta de tamaño, especialmente en su eje craneocaudal; y la línea y el nódulo primitivo parecen haber sido llevados en sentido caudal, debido a que tanto la línea como las superficies laterales a ella crecen en forma relativamente lenta, mientras que el área cefálica con respecto al nódulo primitivo, crece con mayor rapidez. Durante este proceso el disco embrionario se elonga y modifica su forma, haciéndose primero ovalado y luego semejante a una pera. Al mismo tiempo, al formarse los pliegues cefálico y caudal, hace una prominencia hacia arriba, en el interior de la cavidad amniótica. Hacia el final del período presomítico aparece en la región de la placa neural un -

surco dirigido en sentido craneocaudal (surco neural), situado cranealmente con respecto al nódulo primitivo.

b) PERIODO SOMITICO DEL DESARROLLO.- Se extiende aproximadamente entre el día 20 al 30 y se caracteriza por la formación de las somitas.

Hacia el día 20 el mesodermo paraaxial, situado a ambos lados del proceso notocordal empieza a hundirse en pares de cuerpos cuboides denominados somitas (soma: cuerpo; origina la mayor parte del esqueleto axial y musculatura relacionada, y una parte de la dermis). El primer par de somitas se desarrolla a distancia corta en sentido caudal hacia el extremo craneal del notocordo, y se forman pares subsecuentes en sucesión craneocaudal.

Se forman de 42 a 44 pares, son elevaciones superficiales muy definidas (4 occipitales, 8 cervicales, 12 torácicos, 5 lumbares, 5 sacros y 8-10 coccigeos).

Los embriones somíticos pronto presentan algunas características relacionadas con la formación de la futura cara y del cuello, que son consecuencia de la aparición de cinco surcos ectodérmicos, situados caudalmente al estomodeo y lateral con respecto a la faringe del embrión. Los surcos están separados entre sí por elevaciones que van creciendo en sentido ventral, de modo que la elevación de uno de los lados se une con la del lado opuesto. De esta manera cada par de elevaciones constituye un arco branquial (faríngeos), constituidos por mesodermo visceral y que se extiende lateral y ventralmente rodeando a la faringe. El primero o arco mandibular, se interpone entre la boca y el primer surco ectodérmico (faríngeo); la porción mayor o proceso mandibular de este arco forma el maxilar inferior, y una porción de su extremidad dorsal, situada cranealmente en re

lación con el estomodeo, llamada proceso maxilar, contribuye a la formación del maxilar superior.

El segundo arco branquial es el hioideo. Los arcos situados por detrás del arco hioideo son referidos generalmente por un número. En el embrión de un par de somitas el disco embrionario es alargado; la extremidad cefálica de la placa neural se ha hecho mucho más ancha y más elevada. La línea primitiva y el blastoporo aún son notables en el extremo caudal del disco.

Hacia la etapa de 7 somitas, los bordes laterales del surco neural han formado los pliegues neurales, que en la región comprendida entre la 4a y 7a somitas se han fusionado dorsalmente cerrando el tubo neural. Los pliegues cefálico y caudal son más marcados. El pliegue cefálico presenta en su cara dorsal la placa neural ensanchada, que va a formar el futuro prosencéfalo con el surco óptico. El pliegue caudal presenta la línea primitiva y el borde caudal. Al plegarse, el extremo caudal del surco neural encierra el extremo craneal de la línea primitiva y el blastoporo.

En un embrión de 10 somitas el cierre del tubo neural ha progresado llegando en sentido craneal, al sobrepasar la región somítica, hasta la zona que va a formar el mesencéfalo - caudalmente se extiende más allá del nivel de la 10a somita. El extremo craneal abierto del tubo neural se llama neuroporo anterior (craneal) y el posterior, caudal. El pliegue cefálico está más marcado, y por debajo de él, a cada lado, está una tumefacción que es el proceso mandibular del primer arco producida por el mesodermo branquial que limita una depresión la boca primitiva o estomodeo. Ventrolateralmente a cada proceso mandibular hay una prominencia que corresponde al peri-

cardio en desarrollo. Los neuroporos anterior y posterior han ido reduciéndose de tamaño al irse cerrando el surco neural. La línea de unión del amnios con el embrión ha reducido su tamaño relativo y ha quedado situado en la cara ventral. En la región cefálica en formación se observan los procesos maxilar y mandibular que limitan el estomodeo, y el arco hioideo. Entre el proceso mandibular y el arco hioideo se ve el primer surco ectodérmico faríngeo (branquial). Un engrosamiento del 2o surco ectodérmico faríngeo marca la posición de la placoda ótica.

En el embrión de 20 somitas el neuroporo anterior se ha cerrado y el posterior aún está abierto. El estomodeo está separado del intestino anterior por la membrana faríngea, que comienza a romperse, y se establece una comunicación entre el estomodeo ectodérmico y el intestino anterior endodérmico. La tumefacción pericárdica es más prominente, el 3er arco faríngeo está apareciendo y la placoda ótica se ha transformado en la fosita ótica. La conexión entre el intestino medio y el saco vitelino es más estrecha y está rodeada por una amplia comunicación entre el celoma intra y extraembrionario.

En el período somítico de 25 a 28 somitas ambos neuroporos están completamente cerrados, el embrión está más elongado e incurvado y su unión con los sacos amniótico y vitelino se ha reducido en la cara ventral, observándose un ombligo y un cordón umbilical. La región faríngea ha progresado en su desarrollo, y el 3er arco está bien definido; la vesícula ótica que se proyecta desde el cerebro anterior se observa a través del ectodermo que la cubre.

Hacia la etapa de 33 somitas, la fosita ótica se ha separado de la superficie ectodérmica y forma la vesícula ótica.

En la región ventrolateral de la cabeza, por encima del estomodeo aparecen las dos placodas olfatorias como engrosa-

mientos localizados del ectodermo.

La cola atenuada, con sus somitas bien evidentes, está incurvada ventralmente, por delante de la región del cordón umbilical.

c) DESARROLLO DURANTE EL SEGUNDO MES.- Durante este periodo del desarrollo, el embrión pasa de una longitud de 5 mm apicocaudal, correspondiente al día 32 hasta alrededor de 30 mm, entre los días 55 y 56. Las regiones cefálica y del tronco, están bien definidas. Las somitas continúan formándose hasta la etapa de 11 mm., pero ya no sobresalen en la superficie. Aparecen esbozos pares de los miembros anteriores y posteriores en forma de rama. Los anteriores aparecen un poco antes que los posteriores.

El extremo de la región cefálica, ha quedado situado ventralmente, en dirección al pericardio; la cabeza se flexiona -- marcadamente sobre el tronco a nivel de la curvatura cervical. -- El cuello como tal, no ha aparecido. Se ven las vesículas óticas y ópticas, y también la placa del techo del rombencéfalo, -- en situación dorsal a la incurvación ventral llamada curvatura pontina del cerebro posterior. La región de los arcos faríngeos se ha separado de la tumefacción pericárdica y entre ambas regiones se sitúa la cresta epipericárdica. Los arcos faríngeos -- son más netos. A ambos lados de la cabeza, se ve una fosa olfatoria limitada por los procesos nasal lateral e interno.

En los embriones de 10 mm el proceso maxilar de cada lado se ha extendido hacia adelante, por debajo de la vesícula óptica correspondiente, y se ha fusionado con la superficie lateral del proceso nasal lateral. El primer surco faríngeo, parte del cual va a formar el conducto auditivo externo, se ha hecho más profundo y comienza el desarrollo del oído externo. El brote --

del miembro superior se ha subdividido en brazo, antebrazo y - mano, mientras que el esbozo del miembro posterior conserva su primitiva forma de remo. La cola ha sufrido cambios regresivos.

En el embrión un poco mayor la cabeza ha aumentado de tamaño, acompañado de una disminución de la flexión ventral de esta región y aparecen las vesículas cerebrales. Las curvaturas pontina y cervical son más marcadas. El primer surco faríngeo es más profundo y los esbozos del oído externo son más evidentes - en la superficie de los arcos mandibular y hioideo. No se reconocen ya las somitas más craneales sobre la superficie externa. La mano presenta los esbozos de los futuros dedos y el primordiodo del miembro posterior se ha dividido en muslo, pierna y pie. A través del área pericárdica se puede ver el corazón y caudalmente a ella se observa la prominencia ventral del hígado.

Hacia el día 46, en el embrión de 17 mm de longitud la región cefálica ha ido aumentando de tamaño, al diferenciarse el cuello disminuye su flexión. Los párpados han comenzado a formarse. Se ha formado el oído externo. A medida que el arco hioideo crece hacia abajo, se fusiona con la parte lateral del cuello, de manera que el seno cervical se oblitera.

Los dedos de la mano se han separado, pero los de los pies aparecen todavía como rayos unidos.

Al final del segundo mes (30 mm apicocaudal) han aparecido caracteres que dan al embrión la forma humana definitiva. Se ha formado la región del cuello. Los párpados y el oído externo - son más evidentes. El cordón umbilical ha ido reduciéndose relativamente de tamaño. Los miembros están en posición embrionaria, con los bordes preaxiales (radial y tibial) dirigidos cranealmente, los dedos de las manos y de los pies están bien definidos; la cola ha desaparecido casi por completo.

d) DESARROLLO DE LA CARA DURANTE EL SEGUNDO MES.- En el embrión de 6 mm se encuentra un engrosamiento epitelial, la placoda olfatoria o nasal a ambos lados de la región frontal de la cabeza, por encima del estomodeo. Las placodas, convexas al principio, pronto se hunden para formar el surco olfatorio; esta depresión se debe menos a su propio hundimiento que a la elevación del ectodermo que lo rodea, por la proliferación del mesénquima adyacente. Estas elevaciones son más marcadas a ambos lados de las fositas y se llaman pliegues nasales interno y lateral.

El pliegue nasal interno junto con la región intermedia situada por encima del estomodeo, constituyen el proceso fronto nasal. Los pliegues nasales laterales separan las fosas olfatorias respectivas del ojo del mismo lado.

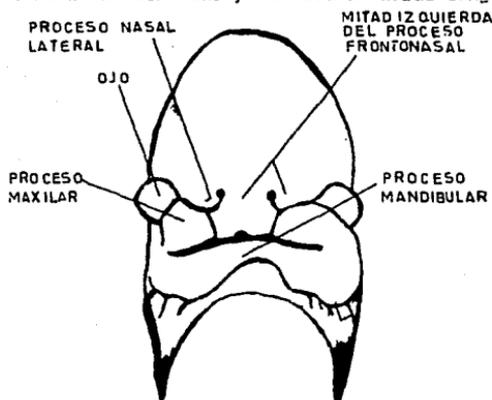
El proceso frontonasal y los procesos maxilar y mandibular de cada lado, son los elementos a partir de los cuales se desarrolla la cara.

Las extremidades de los procesos mandibulares se fusionan en la línea media, completando así el límite inferior del estomodeo. Cada proceso maxilar crece hacia adelante, por encima del estomodeo, a partir de la porción dorsal del proceso mandibular correspondiente, y se fusiona con el borde inferolateral del pliegue nasal lateral. Se extiende aún más allá de este pliegue cruzando el borde inferior de la fosa olfatoria que ahora recibe el nombre de orificio anterior, y alcanza el proceso nasal medio, con el que se fusiona. Al fusionarse los procesos maxilar y nasal, forman una cresta continua por encima del estomodeo; a partir de la porción superficial de esta cresta se forma el labio superior.

En esta etapa, los procesos están separados entre sí por surcos bien marcados. El estomodeo disminuye relativamente en

sentido transversal durante el segundo mes, a causa de la fusión de las porciones de los procesos que van a formar las mejillas.

El surco nasolagrimal está limitado por el proceso maxilar y el proceso nasal lateral y se extiende desde el ángulo interno del ojo hasta la boca y representa la línea del desarrollo del conducto nasolagrimal. Todos los surcos situados entre los distintos procesos faciales desaparecen normalmente en los embriones de alrededor de 20 mm; pero pueden persistir como surcos o hendiduras profundas en ciertas condiciones anormales, tales como labio leporino y hendidura facial congénita.



A medida que los procesos faciales crecen y se fusionan, las fosas olfatorias se hacen más profundas y extensas formando los surcos nasales primitivos; y los orificios externos se acercan entre sí. Aparecen entonces entre la región nasal del proceso frontonasal y la región frontal un surco transversal que contribuye a delimitar la nariz.

Al comienzo del segundo mes, por encima de la vesícula óptica se ve una zona de ectodermo engrosado, la placoda cris-

taliniana. Poco después, cada plecoda se separa de la superficie ectodérmica y forma el cristalino. Los párpados se forman con pliegues arciformes del ectodermo y del mesodermo adyacente por encima y por debajo de la capa óptica y del cristalino en desarrollo, en embriones de 18 mm.

El oído externo aparece en la región que rodea al primer surco ectodérmico faríngeo. Inicialmente este surco está limitado por los bordes lisos de los arcos mandibular y hioideo que pronto se vuelven irregulares y forman elevaciones. El pabellón de la oreja se forma por crecimiento y fusión de estas elevaciones y de las zonas inmediatas y se sitúa alrededor del conducto auditivo externo que representa una porción dorsal, persistente del primer surco faríngeo. Posiblemente el arco hioideo forme la mayor parte, mientras que el arco mandibular contribuye sólo a la formación del trago. Al aparecer, el pabellón de la oreja está en posición ventromediana, y es desplazado gradualmente en dirección dorso lateral por el crecimiento de la mandíbula y de la cara durante el segundo mes. Los arcos faríngeos más caudales conservan su pequeño tamaño y quedan situados en una depresión retrohioidea, el seno cervical, el cual es obliterado después por cambios de crecimiento, que incluyen principalmente la prolongación en sentido posterior del arco hioideo. Durante este proceso queda encerrada una porción de ectodermo que de persistir puede originar en la vida adulta una fístula o quiste branquial ectodérmico.

Hacia el final del segundo mes la cara ha alcanzado ya características humanas, con una nariz bien desarrollada, labios superior e inferior completos, mejillas, párpados, y el oído externo reconocibles.

e) PLEGADURA DEL EMBRION.- Para el establecimiento de la forma corporal general el acontecimiento importante es la plegadura del disco embrionario trilaminar plano en un embrión algo cilíndrico; esta plegadura es causada por el crecimiento rápido del embrión, sobre todo el tubo neural; y ocurre de manera simultánea tanto en el plano longitudinal como en el transversal a nivel de la unión entre embrión y saco vitelino.

1.- PLEGADURA LONGITUDINAL.- La plegadura del embrión en este plano produce pliegues cefálicos y caudales, que ocasionan la torsión en sentido ventral del embrión.

PLIEGUE CEFÁLICO.- Al final de la 3a semana, los pliegues neurales empiezan a desarrollarse en forma de cerebro y a proyectarse en sentido dorsal hacia la cavidad amniótica. El cerebro anterior crece en sentido craneal más allá de la mucosa bucofaringea, y sobresale en sentido horizontal por encima del corazón primitivo. De manera concomitante, tabique transversal, corazón, celoma precordial y membrana bucofaringea se vuelven por debajo, hacia la superficie ventral. Durante el plegado, parte del saco vitelino se incorpora en el embrión como intestino anterior; se localiza entre cerebro y corazón y termina de manera ciega en la membrana bucofaringea que separa al estomodeo del intestino anterior. Después de plegarse, el tabique transversal se encuentra caudal al corazón; más tarde este tabique se convierte en una parte importante del diafragma. Después del pliegue, el celoma pericárdico se encuentra en posición ventral y los conductos pericardioperitoneales corren en sentido dorsal por encima del tabique transversal y se unen con el celoma peritoneal; en esta etapa, el celoma peritoneal de cada lado se comunica ampliamente con el celoma extraembrionario.

PLIEGUE CAUDAL.- Ocurro más tarde que el del extremo craneal. Es resultado primario del crecimiento dorsal y caudal del tubo neural. Conforme crece el embrión, la región caudal se proyecta sobre la membrana de la cloaca; por último esta membrana se encuentra en posición ventral. Durante el plegado, parte del saco vitelino se incorpora en el embrión como intestino caudal. La parte terminal de este intestino caudal pronto se dilata un poco para formar la cloaca, que se encuentra separada de la cavidad amniótica por la membrana cloacal; antes de plegarse, la banda primitiva se encuentra craneal a la membrana de la cloaca y - después del pliegue, se encuentra caudal a la misma. El tallo de conexión se inserta ahora en la superficie ventral del embrión, y la alantoides está incorporada en parte del embrión.

2.- PLEGADO TRANSVERSO.- El plegado del embrión en el plano transversal produce pliegues laterales derechos e izquierdos. Cada pared lateral del cuerpo (somatopleura: formada por ectodermo embrionario y mesodermo somático), se pliega hacia la línea media, formándose un embrión cilíndrico burdo. En tanto se forman las paredes corporales, laterales y ventrales, parte del saco vitelino se incorpora en el embrión como intestino medio. Se reduce la conexión entre intestino medio y saco vitelino a un tallo vitelino estrecho o conducto vitelino. Después de plegarse, la región de inserción del amnios al embrión se reduce al ombligo y está en la superficie ventral. Conforme se separa el intestino medio del saco vitelino, se inserta en la pared abdominal dorsal a través de un mesenterio dorsal delgado. En tanto se forma el cordón umbilical, la fusión ventral de los pliegues laterales produce el sitio de comunicación entre los celomas intraembrionario y extraembrionario. Persiste una comunicación estrecha hasta la 10a semana aproximadamente. Conforme se expande la cavidad amniótica

y se obstruye el celoma extracembrionario, el amnios forma una cubierta externa para el cordón umbilical.

c) PERIODO FETAL.- Comprende desde el comienzo del 3er mes hasta el fin de la gestación. Desde el 3er mes el feto mide 30 mm y crece rápidamente, llegando casi a duplicar su talla, y la mayor parte de los segmentos del cuerpo alcanzan las posiciones fetales definitivas. El feto es menos vulnerable que el embrión a los efectos teratógenos de medicamentos, virus, radiaciones, etc. El desarrollo se dedica principalmente al crecimiento y madurez de tejidos y órganos que empezaron a desarrollarse en el embrión; sólo aparecen algunas estructuras nuevas durante este período.

1.- ACONTECIMIENTOS PRINCIPALES DEL PERIODO FETAL.-

De la 8a a la 12a semanas.- Al principio de la 8a semana, la cabeza constituye casi la mitad del feto. A continuación el crecimiento es acelerado, de modo que, hacia el final de la 12a semana, la longitud craneoglútea es más del doble. El crecimiento de la cabeza es más lento en comparación con el del resto del cuerpo. La cara es ancha, los ojos están muy separados y los oídos muy bajos. Hacia el principio de la 9a semana, las piernas son cortas y las caderas relativamente pequeñas. Hacia el final de la 12a semana, las extremidades superiores han alcanzado casi su longitud final, pero las extremidades inferiores no están bien desarrolladas y son aún cortas. Los genitales externos de ambos sexos son bastante semejantes hacia el final de la 9a semana, y su forma madura no se establece hasta la 12a. Las asas intestinales son visibles con claridad dentro del extremo proximal del cordón umbilical hasta la mitad de la 10a semana, en -- que el intestino vuelve hacia el abdomen.

13a a 16a semanas.- Durante esta época el crecimiento es muy rápido, sobre todo del cuerpo. Al final de este período, la cabeza es relativamente pequeña en comparación con la del feto de 12 semanas y las piernas se han alargado. La osificación del esqueleto ha progresado con rapidez.

17a a 20a semanas.- Durante este período al crecimiento se hace lento, pero el feto sigue aumentando en longitud craneoglútea en unos 50 mm. Las extremidades inferiores alcanzan sus proporciones relativas finales, y los movimientos fetales son reconocidos por la madre (vivificación). La piel se encuentra cubierta por vernix caseosa, constituido por una mezcla de secreciones grasosas de las glándulas sebáceas del feto y células epidérmicas muertas. Este vernix protege la piel delicada del feto de las excoriaciones y se agrieta y endurece por el baño constante en líquido amniótico. Los fetos de 20 semanas suelen estar cubiertos por completo de un pelo lanoso fino llamado lanugo que ayuda a sostener el vernix contra la piel. Son visibles las cejas y el pelo hacia el final de este período. En esta época se forma gresa parda, tejido adiposo especializado que produce calor por oxidación de los ácidos grasos; se encuentra sobre todo en el piso del triángulo posterior del cuello que rodea a los vasos subclavios y carotídeos, debajo del esternón y en las regiones perirrenales.

21 a 25 semanas.- Hay un importante aumento de peso. Aunque aún algo delgado, el cuerpo está mejor proporcionado. La piel suele estar arrugada, sobre todo durante la primera parte de esta época. Es más translúcida y de color entre sonrosado y rojizo porque la sangre de los capilares se ha hecho visible. Aunque todos los órganos están bastante bien desarrollados, el feto de 25 semanas no es viable sobre todo porque el sistema respirato-

rio es inmaduro.

26a a 29a semanas.- Si nace de manera prematura, el feto algunas veces es capaz de sobrevivir sobre todo porque el sistema respiratorio ha madurado hasta la etapa en que puede dirigir a los movimientos respiratorios rítmicos y controlar la temperatura corporal. Los ojos se abren de manera repetitiva y el pelo de la cabeza y el lanugo están bien desarrollados. Se ha formado mucha grasa subcutánea y se han alisado muchas arrugas.

30a a 34 semanas.- Por lo común, la piel es sonrosada y lisa, y brazos y piernas suelen tener aspecto rechoncho. La piel también tiene color sonrosado en los fetos de razas de piel oscura, porque la producción de melanina se inicia sólo después de la exposición a la luz.

35a a 38 semanas.- La mayoría de los fetos son regordetes. En general, hay declinación del ritmo de crecimiento hacia la época en que se acerca el parto; los fetos suelen alcanzar una longitud craneoalótea de 380 mm y un peso aproximado de 3,500g. Hacia el término, la piel suele tener un color blanco o azulado sonrosado. El tórax es prominente y las glándulas mamarias hacen protrusión en ambos sexos. Los testículos suelen encontrarse en el escroto. El feto adopta por lo general una posición de presentación cefálica en el momento en que se acerca al parto, como resultado parcial de la forma del útero, y se debe en parte a que la cabeza es más pesada que los pies.

II.- CRECIMIENTO OSEO

El hueso está cubierto por una membrana llamada periostio, formada por dos capas principales: una externa, llamada capa fibrosa que no es muy gruesa y está constituida por tejido conectivo denso de distribución irregular que contiene algunos fibroblastos; la otra capa es la interna u osteógena, contiene células osteógenas y es por lo tanto, de gran potencialidad.

El crecimiento del hueso es por el mecanismo de aposición, debido a la proliferación de las células osteógenas de la capa profunda del periostio. Las células que están más cerca de la superficie ósea se diferencian en osteoblastos, encargados de sintetizar y secretar la substancia intercelular orgánica a su alrededor quedando de esta manera sepultados en lagunas y convertidos en osteocitos. En condiciones normales, la substancia orgánica intercelular del hueso empieza a calcificarse tan pronto como se forma, y los osteocitos sobreviven ya que la substancia intercelular del hueso es atravesada por un mecanismo canalicular unidos entre sí y que contienen las salientes citoplásmicas de los osteocitos y cierta cantidad de líquido tisular. Debido a que los canaliculos están conectados entre sí, proporcionan un medio por el cual se difunden substancias nutritivas desde los capilares hacia los osteocitos rodeados por substancia intercelular calcificada. Los productos de desecho se difunden desde los osteocitos hacia las superficies óseas.

Para que los osteocitos se conserven vivos, no deben estar separados más de un décimo a un quinto de milímetro de un capilar. Como los capilares no producen orificios en el tejido denso, el hueso debe formarse alrededor de los capilares preexis-

tentes.

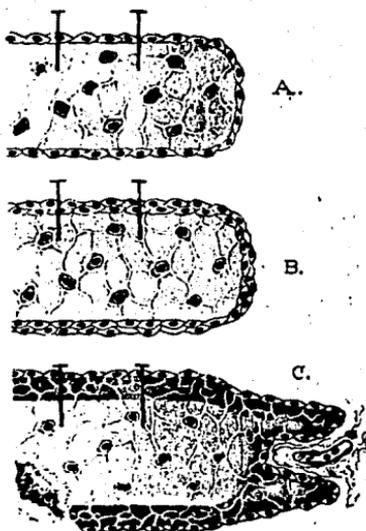


Fig. 2-1. Esquema que nos demuestra que el hueso no puede crecer por crecimiento intersticial, sino solamente por aposición, que requiere el depósito de nuevas capas óseas en la superficie. En el extremo derecho de C aumenta la longitud de la trabécula para rodear un capilar.

El hueso no puede crecer por el mecanismo intersticial ya que sería imposible que una substancia intercelular pétreo se expandiera desde dentro, además de que los osteocitos no pueden dividirse, ni tampoco los osteoblastos ya que son células tan especializadas para su función que han perdido su capacidad para dividirse.

En un punto central de la zona en la que se formará hueso, se desarrollan ciertas células mesenquimatosas que conectan sus salientes citoplásmicas y conforme se van diferenciando en osteoblastos empiezan a sintetizar y secretar la sustancia intercelular orgánica del hueso que es atravesada por los canalículos que conectan las lagunas, en las que se encuentran los osteoblastos convertidos ya en osteocitos.

La mayor parte del hueso se está formando así, capa por capa.

La sustancia intercelular del hueso es sintetizada y secretada por los osteoblastos. Está formada por un componente orgánico y otro inorgánico y a todo esto se le conoce como matriz ósea.

Del 76 al 77% de la sustancia ósea es inorgánica y el resto orgánica. El material orgánico, a su vez, está constituido por un 88 a 89% de colágena y el resto es mucopolisacáridos sulfatados y algunas glucoproteínas, y otros materiales.

En general, los osteoblastos tienen una forma redondeada y su citoplasma es amplio, caracterizado por un gran contenido de retículo endoplásmico rugoso y aparato de Golgi. Las moléculas de colágena son muy largas (aproximadamente 2800 Å y tienen un espesor de aproximadamente 15 Å), cada molécula está formada por tres cadenas de polipéptidos unidas en forma de hélice triple. Las cadenas son alfa y cada una consiste en series de 3 aminoácidos que se van repitiendo en toda su longitud. El primer aminoácido puede ser cualquiera diferente al 2º y 3º. El segundo es una serie de prolina o lisina y el último es siempre glicina.

La colágena es peculiar porque contiene gran cantidad de prolina y lisina, y única porque la mayor parte de la prolina y

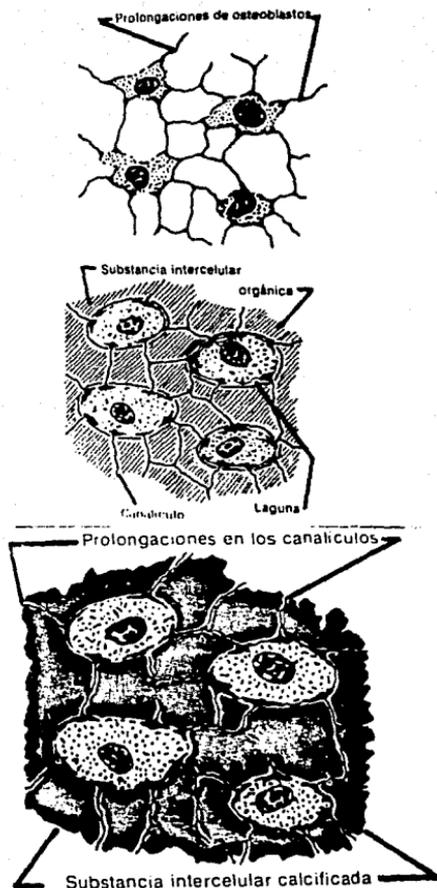


Fig.2-2. Nos demuestra cómo se forma el hueso. - Los osteoblastos secretan la substancia intercelular orgánica del hueso, alrededor de sus cuerpos y de sus prolongaciones que sirven de moldes para los canaliculos. Después la substancia intercelular es impregnada de sales de calcio y adquiere consistencia pétreo.

la lisina es hidroxilada. La función de la hidroxiprolina es desconocida. La hidroxilisina tiene dos funciones: debido a que la hidroxilisina de una molécula de colágena puede fijarse a la de otras moléculas formando estrechos enlaces cruzados de moléculas de colágena, le proporcionan así resistencia a las fibras de colágena. La segunda función es que las moléculas de hidroxilisina permiten la fijación de las cadenas cortas de carbohidrato de la colágena.

La colágena es sintetizada por los osteoblastos en forma de un precursor denominado procolágena. Las cadenas alfa de la procolágena, cuando se sintetizan son más largas porque se va añadiendo una cola de aproximadamente 130 Å a cada una a medida que se va produciendo. Cierta número de residuos de prolina y lisina se hidroxilan unos 3 minutos después de incorporarse a una cadena alfa que está siendo sintetizada. Se necesitan de 5 a 6 minutos para la síntesis de una cadena completa. Las moléculas de procolágena se convierten en moléculas de tropocolágena, que se van disponiendo en fibrillas de colágena que presentan periodicidad axial, lo cual significa que en toda su longitud muestran unidades de estructura que se repiten cada 640 Å. El logro de una periodicidad de 640 Å en fibrillas constituidas por moléculas de 2,800 Å de longitud, se explica porque las moléculas de 2,800 Å de una fibrilla se disponen en forma paralela, al trespelillo, de manera que cada molécula se superpone a la vecina solamente en la cuarta parte de su longitud, sin reunir los extremos de las moléculas en forma terminoterminal, como nos lo muestra la Fig. siguiente:



Fig. 2-3. Microfotografía electrónica de una microfibrilla de colágena aislada teñida negativamente, que demuestra zonas alternas claras y oscuras. El esquema inferior se basa en la disposición de las moléculas de tropocolágena sugerida por Hodge y Pe₂truska para explicar la periodicidad de 640 Å.

MECANISMO DE CALCIFICACION DEL HUESO.- Aún no se conocen todos los aspectos de este asunto tan complejo. Se cree que el mineral en el hueso maduro y calcificado está bajo la forma de cristales de hidroxiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, y en forma de agujas, bastones o tubular, de 30 a 50 Å de diámetro y hasta 600 Å de largo. Se ha sugerido que están distribuidas linealmente a lo largo de las fibrillas de colágena, o que en algunos casos estos cristales pueden formarse y ubicarse dentro de estas fibrillas.

El mineral depositado en el hueso es transportado hacia el mismo por el torrente circulatorio, y pasa a continuación desde los capilares hacia el líquido tisular, para que de ahí sea depositado en el hueso. La matriz orgánica del hueso tie-

ne tendencia física o química a calcificarse y parece ser que los osteoblastos o los osteocitos son esenciales para esa calcificación.

En condiciones normales, hay iones suficientes de calcio y fosfato en la sangre y en el líquido tisular para la precipitación de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. La hormona paratiroidea o la vitamina D hacen que la concentración de calcio de la sangre aumente hasta un punto en que las sales de calcio precipiten y parece ser que en este mecanismo juega un papel importante la presencia - de O_2 y el pH resultante de la producción de fosfatasa alcalina por los osteoblastos.

RELACION ENTRE EL CRECIMIENTO Y LA RESORCION DE HUESO

Para que un hueso tubular del feto se convierta en el órgano hueso, deben actuar simultáneamente dos fenómenos de superficie. Debe añadirse hueso nuevo a su superficie exterior y el hueso viejo debe ser resorbido en la superficie interior. La formación y la resorción de hueso son muy importantes para que los huesos del esqueleto adopten la forma adulta.

La resorción es realizada por los osteoclastos, células multinucleadas en las que no se observan figuras mitóticas y - se cree que se desarrollan como resultado de fusión de células. Como estas células aparecen en las superficies óseas cubiertas previamente con células osteógenas y/u osteoblastos, se piensa que éstas se fusionan para formar osteoclastos. Como resultado de su acción erosiva del hueso en estos sitios, los osteocitos sometidos a erosión pueden ser liberados desde sus lagunas y - fusionarse con el osteoclasto responsable de su liberación, - añadiéndose así más núcleos a la célula liberadora. Por otro - lado, existen pruebas de que los monocitos y macrófagos son -

fuente posible de osteoclastos.

TEORIAS DEL MECANISMO DE RESORCION DE HUESO.- Para que el hueso se resorba debe estar completamente calcificado. Parece ser más probable que la acción primaria de los osteoclastos se efectúa en el mineral, produciendo un ambiente local suficientemente ácido para que las sales óseas actúen como amortiguadores. En el amortiguamiento de un ácido se haría una sal de fosfato de calcio mucho más soluble que antes. Una vez disuelto - el mineral, despolimerizan los constituyentes orgánicos. Se ha demostrado que existen varias enzimas en los lisosomas de los osteoclastos. Se ha establecido que una de las enzimas es la - glucurínidasa beta que es la que probablemente desempeñaría - una función en la resorción al afectar a los mucopolisacáridos de la matriz orgánica.

EFFECTOS DE LA HORMONA PARATIROIDEA Y DE LA CALCITONINA EN EL HUESO.- La hormona paratiroidea ejerce un efecto profundo - en los osteoclastos, pues activa los que ya existen y estimula la formación de nuevos. Al mismo tiempo se alteran la forma- - ción y la función de las células formadoras de hueso, porque - el exceso de hormona paratiroidea impide que las células que - no están programadas para convertirse en osteoclastos formen - más hueso nuevo para compensar el que se está perdiendo. La se - creción de hormona paratiroidea aumenta en condiciones norma- - les cuando la concentración de calcio de la sangre disminuye - por debajo de lo normal, caso en el cual la hormona estimula - la formación y actividad osteoclástica de modo que se libera - calcio en el hueso para aumentar su concentración en la sangre.

La calcitonina es formada en el hombre por ciertas célu- - las de la glándula tiroidea. Esta hormona actúa para disminuir

la concentración de calcio en la sangre, mediante disminución de los procesos de resorción de hueso y quizá también por estímulo de la actividad osteoblástica, de modo que se forma aún más hueso nuevo para resorber el calcio de la sangre.

DESARROLLO PRENATAL DEL HUESO

El hueso se desarrolla por transformación del tejido conectivo preexistente; se convierte en dos tipos de tejido conectivo: mesénquima y cartílago, que es dentro de los cuales se va a formar el hueso (osificación). Depende del medio ambiente en el que el hueso se forme se llamará intramembranoso o endocondral, pero en esencia es la misma clase de hueso; en ambos casos se forma hueso porque los osteoblastos evolucionan y secretan la substancia intercelular orgánica ósea. La osificación se inicia al principio del período y, desde ese momento, demanda calcio y fósforo de la circulación materna.

A) OSIFICACION ENDOCONDAL.- Este tipo de formación de hueso ocurre en los moldes cartilagosos preexistentes. En el lugar donde se formará hueso, las células mesenquimatosas proliferan, de tal manera que el mesénquima se condensa. En el núcleo central del mesénquima condensado las células empiezan a separarse entre sí pues empiezan a diferenciarse en condrocitos que secretan substancia cartilaginosa que los va separando. Pronto aparecen núcleos cartilagosos reconocidos de los futuros huesos.

A los lados de cada modelo cartilaginoso en desarrollo se distribuye el mesénquima en una membrana llamada pericondrio compuesto por dos capas: las células de la capa externa,

en el momento adecuado, se diferencian en fibroblastos formadores de colágena. Las células de la capa interna o condrogéna -- del pericondrio se conservan relativamente indiferenciadas conservando así la potencialidad de las células mesenquimatosas de que derivan.

Los modelos cartilagosos crecen en longitud intersticialmente, y en anchura por aposición principalmente. La división celular que produce el crecimiento intersticial de cualquier modelo tiende a ocurrir más cerca de los extremos que en su parte media. Al continuar el crecimiento, los condrocitos de la sección media tienen tiempo de madurar. Conforme se vuelven más grandes, la substancia intercelular que los rodea se adelgaza, y cuando los condrocitos tienen hipertrofia suficiente para secretar fosfatasa, se calcifica la substancia intercelular, entonces se ve impedida la difusión de substancias nutritivas y los condrocitos mueren. La substancia intercelular empieza a desdoblarse, y una parte se disuelve formándose cavidades, sobre todo en la parte central de la sección media. Durante este período, el desarrollo progresivo del sistema vascular del embrión se encarga de que el pericondrio del modelo sea invadido por capilares. Antes de su aparición, las células de la capa interna proliferan y se diferencian en condroblastos y células cartilagosas que añaden nuevas capas de cartilago a los lados del modelo. La aparición de los capilares se acompaña de un patrón de diferenciación cambiante de la capa condrogéna del pericondrio, que en vez de continuar diferenciándose en condroblastos y condrocitos, en presencia de capilares empiezan a diferenciarse en osteoblastos y osteocitos que forman una capa delgada de hueso alrededor de la diáfisis del modelo y el nombre de la membrana cambia de pericondrio a periostio. Esa diferenciación cambiante se explica probablemente porque les llega más

oxígeno por la invasión de capilares; aún así, la capa interna del periostio conserva su capacidad para diferenciarse en condroblastos y formar cartilago incluso en la vida adulta en la reposición de los huesos fracturados.

A continuación, el cartilago calcificado en la parte media del modelo comienza a desintegrarse y la diáfisis del modelo tiene ya una capa circundante de hueso que se ha depositado a partir del periostio. En este momento la capa interna del periostio está constituida por células osteógenas, osteoblastos y capilares que empiezan a moverse hacia la parte media del modelo que se está desintegrando. Células osteógenas, osteoblastos y capilares invasores constituyen la yema perióstica, que cuando ha alcanzado la parte media del modelo cartilaginosa constituyen un centro de osificación (centro diafisario) que formará la diáfisis. Las células osteógenas proliferantes se distribuyen alrededor de los residuos de cartilago calcificado y forman osteoblastos que depositan substancia intercelular ósea que cubre esos residuos. El cartilago joven a cada extremo del modelo continúa creciendo por el mecanismo intersticial y llega el momento en que aunque siga aumentando la longitud del hueso, la cantidad de cartilago ya no aumenta debido a que las células cartilaginosas cercanas al hueso formado a partir del centro de osificación siguen madurando, y la substancia intercelular que se encuentra a nivel de las mismas se calcifica produciéndoles la muerte. La substancia cartilaginosa intercelular calcificada se rompe en cavidades que son invadidas rápidamente por capilares, células osteógenas y osteoblastos que emigran hacia afuera y hacia abajo del modelo desde el centro de osificación y forman hueso en los residuos cartilaginosos que quedan. Así como el cartilago es destruido en el borde del frente de osificación con tanta rapidez como con la que crece por crecimiento inters-

ticial en el extremo del modelo, ocasionando que el modelo se haga más grande al volverse hueso en mayor proporción cada vez.

Conforme la periferia del modelo va volviéndose más fuerte porque las células osteógenas del periostio siguen añadiendo hueso a los lados del modelo, el hueso poroso en su parte central, como ya no es necesario para darle sostén, se resorbe en su mayor parte y se forma así la cavidad medular que pronto se llena de tejido mielóide.

Aparte del centro diafisario de osificación, aparecen en los extremos cartilagosos de los modelos centros epifisarios de osificación que originan las epifisis óseas.

Las células cartilaginosas de la parte central del extremo cartilaginoso del modelo y cerca de la misma maduran y entran en hipertrofia; la substancia intercelular que las rodea se adelgaza y se calcifica y las células mueren. Pronto se forman cavidades que son invadidas por capilares y células osteógenas que forman osteoblastos, los cuales depositan hueso en los residuos de la substancia intercelular cartilaginosa. Los condrocitos que rodean esta zona comienzan a madurar y a morir. La osificación se detiene pronto al substituirse todo el cartilago en el extremo del modelo, pero en cada extremo articular del modelo queda suficiente para construir un cartilago articular. Entre el hueso derivado del centro epifisario de osificación y el derivado del centro diafisario queda un disco o placa de cartilago (disco epifisario) extendido transversalmente desde un lado del hueso hasta el otro y persiste hasta que termina el crecimiento longitudinal postnatal de los huesos, cuando es substituido por hueso. El crecimiento longitudinal subsecuente de la diáfisis de un hueso largo se produce por continuación del crecimiento intersticial del cartilago de la placa epifisaria y —

que separa el hueso de la diáfisis del hueso de la epífisis. En el disco epifisario están ocurriendo dos procesos que compiten:

- 1) Crecimiento intersticial, que tiende a engrosarlo.
- 2) Calcificación y muerte del cartilago en el lado diafisario - de la placa que es substituido de manera continua por crecimiento del hueso por aposición, que es el que sigue aumentan do la longitud de la diáfisis ósea.

El disco epifisario y la parte de la diáfisis adyacente se denomina zona de crecimiento del hueso largo, siendo en el niño de gran actividad celular. En esta zona entran de manera simultánea muchos procesos distintos: crecimiento intersticial, maduración, calcificación, muerte y desintegración de cartilago, y formación, calcificación y destrucción del hueso y por lo tanto pueden ser afectados todos estos procesos por distintos estados patológicos como deficiencias dietéticas y desequilibrios endocrinos.

Microscópicamente la placa epifisaria presenta 4 zonas — distintas:

- 1.- Zona de cartilago en reposo (adyacente a la epífisis) y cuya función es fijar la placa a la epífisis.
- 2.- Zona de cartilago joven proliferante (su función es de proliferación celular substituyendo a las que se hipertrofian y mueren en la superficie diafisaria).
- 3.- Zona de cartilago en maduración (las células de esta zona se encuentran en distinta fase de maduración y aumentan de volumen la placa epifisaria y además secretan fosfatasa).
- 4.- Zona de cartilago calcificada, es muy delgada y descansa directamente en el hueso de la diáfisis. La mayoría de las células ha muerto por la calcificación de la substancia intercelular y el cartilago en descomposición pronto es invadido desde la diáfisis por células osteógenas y capilares;

se originan los osteoblastos que depositan hueso, siendo la osteogénesis muy activa en esta zona.

Mientras que los extremos epifisarios de las trabéculas óseas se están alargando constantemente por el mecanismo descrito, la zona de hueso trabeculado de la metafisis (región que se encuentra entre la epifisis y la diáfisis) se conserva con la misma longitud aproximadamente ya que tan pronto como se añade hueso a los extremos (epifisarios) de las trabéculas metafisarias en la zona de calcificación este se resorbe desde sus extremos libres (diafisarios) que se proyectan hacia la cavidad medular de la diáfisis, por actividad osteoclástica.

En general, el crecimiento longitudinal de los huesos que ocurre en el cartilago depende principalmente de la capacidad del cartilago que persiste en ellos como discos epifisarios o en sus extremos que crecen por el mecanismo intersticial mientras que en una de sus superficies es restituido por hueso que crece por el mecanismo de aposición al mismo ritmo.

Los huesos cortos no desarrollan centros epifisarios de osificación y su crecimiento longitudinal depende del crecimiento intersticial del cartilago en sus extremos, que es restituido después por hueso a partir del centro diafisario de osificación.

En el lado epifisario de la parte más central del disco epifisario comúnmente sólo se deposita una placa única de hueso por dentro de los túneles cartilaginosos. Sin embargo, en la periferia del disco se depositan capas sucesivas de hueso dentro de los túneles más grandes que se forman porque los más pequeños coalescen; por el depósito de esas capas de hueso se estrechan los túneles dándoles un aspecto laminar, este crecimiento es por aposición; y una vez depositadas varias capas de hueso,

el túnel se reduce hasta un conducto estrecho, que contiene un vaso sanguíneo, algunos osteoblastos o células osteógenas y quizá un vaso linfático. Ese canal con capas concéntricas de hueso rodeándolo se llama sistema de Havers u osteón. Estos sistemas se consideran unidades de estructura del hueso compacto o denso. Cada uno tiene uno o dos vasos en su conducto que son los que proporcionan líquido tisular para nutrir los osteocitos de las láminas circundantes. Sólo se puede desarrollar un sistema de Havers por medio de llenado de un túnel de su exterior por capas concéntricas de hueso.



Fig. 2-4. Esquemas que nos muestran la formación de un sistema Haversiano que quedan en la parte externa de la diáfisis.

Las diáfisis óseas crecen en anchura por el depósito de -- nuevas capas óseas en la parte externa (aposisión), al mismo -- tiempo que el hueso se disuelve y desaparece en su cara interna, aumentando así la cavidad medular. Como el techo que recubre -- cada uno de los canales (donde se forma el sistema Haversiano) no es completo, sino que presentan un agujero en el punto donde penetró el vaso perióstico; a medida que van añadiéndose nuevos sistemas Haversianos a la superficie, los ya formados van profundizándose, por lo tanto, lo que en un principio fueron agujeros en los techos de los canales pasan a constituir conductos, -- que en ángulo recto reúnen los sistemas Haversianos por el periostio (conductos de Volkman).

Quando el crecimiento óseo en anchura disminuye, la superficie de la diáfisis se hace más lisa porque el crecimiento por aposición debajo del periostio tiende a añadir capas óseas uniformes y lisas a la superficie de la diáfisis y se les llaman -- laminillas circunferenciales internas y externas; sin embargo, si prosigue el crecimiento en anchura después que se han formado las laminillas, los sistemas de Havers pueden restituírlas -- mediante canales longitudinales de erosión producidos en la superficie de la diáfisis por los osteoclastos.

REMODELACION DEL HUESO.- Se logra mediante resorción del -- mismo desde sus superficies y añadidura del mismo en estos sitios. Ocurre con grados diferentes en huesos distintos y aún -- dentro del mismo hueso.

La remodelación estructural ocurre cuando los huesos largos crecen en longitud y anchura y terminan cuando el hueso alcanza la forma y el tamaño normales del adulto. Este tipo de remodelación también ocurre según la función del hueso.

La remodelación interna ocurre porque el hueso no dura to-

da la vida, sino que debe renovarse constantemente. Siempre que fuesen algunos sistemas o partes de los mismos, con producción de nuevos en los túneles causados por resorción.

En los sistemas de Havers los osteocitos que están más alejados de los conductos sufren deficiencias nutricionales, por lo tanto, mueren. Parte de estos sistemas de Havers con osteocitos muertos pueden persistir por mucho si están completamente rodeados por sistemas de Havers en los que el hueso sigue vivo, esta persistencia se logra porque cualquier mecanismo que pudiera producir su resorción no tiene acceso a los mismos. Pero si el hueso muerto se expone al contenido de un conducto de Havers (capilares y células osteógenas), las células osteógenas forman osteoclastos y se resorbe el hueso muerto; una vez limpia la cavidad, las células osteógenas revisten su superficie externa y forman osteoblastos que forman capas nuevas sucesivas de hueso y la vuelven a llenar.

El esqueleto como almacén de calcio del cuerpo.- En la sangre aproximadamente la mitad del calcio se encuentra en estado iónico, y el resto combinado con proteínas. Si la concentración de iones del calcio disminuye por debajo del nivel dado, aparece la tetania, que se manifiesta por espasmo muscular y convulsiones.

Hay dos factores importantes para que se conserve en la sangre una concentración adecuada de iones de calcio:

- 1.- La cantidad de calcio en la sangre.
- 2.- El pH de la sangre.

A un pH normal, la concentración de iones de calcio se relaciona con el contenido total de calcio de la sangre, y esto a su vez depende sobre todo del equilibrio entre la ingestión de calcio en la dieta y la excreción del mismo., y del funciona-

miento de las glándulas paratiroides.

El calcio de la sangre puede disminuir por una inadecuada ingestión o porque algunos factores inhiban de algún modo su absorción a partir del intestino hacia la sangre. En cualquier caso, si la excreción de calcio excede a su absorción, disminuye la concentración sanguínea y entonces son estimuladas las paratiroides para la secreción de la hormona, la cual hace que se libere calcio desde los huesos y así poder conservar un nivel adecuado de calcio en la sangre.

Se cree que el calcio obtenible más fácilmente de los huesos es el calcio lábil, recién depositado en el prehueso y aún no unido con firmeza a la substancia intercelular orgánica, pudiendo regresar hacia el líquido tisular y la sangre sin que tenga que destruirse la materia orgánica por actividad celular. Pero cuando el calcio lábil disponible no es suficiente, la glándula paratiroides secreta suficiente hormona para estimular la formación y actividad osteoclástica. Probablemente del hueso poroso sea más fácil obtener el calcio, aunque también es estimulada la formación de osteoclastos en el hueso compacto.

Una concentración sanguínea normal de calcio no quiere decir por fuerza que el esqueleto no esté perdiendo calcio, porque las paratiroides, con objeto de conservar una concentración sanguínea normal de calcio en una persona cuya dieta o absorción de calcio sean deficientes, estarían obteniéndolo del hueso. Además de la absorción del hueso por los osteoclastos, el calcio puede ser sacado de las paredes óseas de las lagunas en las que residen los osteocitos.

3) OSIFICACION INTRAMEMBRANOSA.- Este tipo de osificación ocurre directamente en el mesénquima que se condensa y vasculariza mucho. Es causante de la formación de la mayor parte de --

los huesos del cráneo. Se inicia cuando un acúmulo de células mesenquimatosas se diferencian en osteoblastos (llamándose a ese sitio centro de osificación); y suele haber dos centros para cada uno de los huesos de la bóveda craneana.

Los osteoblastos al poco tiempo empiezan a depositar matriz o substancia intercelular alrededor de ellos, que más tarde se calcifica para formar espículas (haz de hueso) y convertirse en osteocitos que residen en lagunas, los que se ven atrápidos así, mientras que otros osteoblastos secretan capas sucesivas de laminillas. Las espículas están cubiertas por células osteógenas y osteoblastos.

Las espículas bien desarrolladas que irradian desde el centro de osificación se llaman también trabéculas que a menudo se unen formando un entablado que es de lo que está constituido el hueso esponjoso.

Las trabéculas de hueso esponjosos se encuentran bañadas en líquido tisular derivado de los vasos sanguíneos que hay entre ellos mismos.

Dentro de cada trabécula, los canaliculos se extienden desde la laguna y se anastomosan con los de las lagunas adyacentes. Los canaliculos de las lagunas más superficiales se extiende hacia el exterior de las trabéculas para que el líquido tisular llegue a las células óseas de la parte media de la trabécula.

El depósito continuo de láminas óseas en las trabéculas que encierran los espacios de hueso esponjoso los va estrechando formando una estructura construida por espacios estrechos con mucho hueso. Cuando la substancia ósea (en vez de los espacios) se convierte en característica predominante del tejido, se dice que es hueso compacto o denso.

A medida que las espículas se engrosan y fusionan formando láminas de hueso compacto, se desarrollan los sistemas de Ha---

vers por reorganización interna subsecuente.

Entre las láminas, el hueso persiste como esponjoso y el mesénquima se diferencia en médula ósea. La remodelación prosigue por acción de osteoblastos y osteoclastos.

III.- EMBRIOLOGIA DEL APARATO BRANQUIAL

El aparato branquial está constituido por:

- 1) Arcos faríngeos o branquiales.
- 2) Sacos faríngeos.
- 3) Surcos o hendiduras branquiales.
- 4) Membranas branquiales o de cierre.

Todas estas estructuras hacia el final del período embrionario se han redistribuido y adoptado algunas funciones o han desaparecido.

Durante la transformación del aparato branquial en derivados del adulto es cuando ocurren la mayor parte de las malformaciones congénitas de cabeza y cuello.

En los peces y larvas de anfibios, el aparato branquial forma un sistema de agallas para intercambiar oxígeno y bióxido de carbono entre sangre y agua. Los arcos branquiales dan apoyo a las agallas.

El aparato branquial en el embrión humano no forma agallas, por lo que es más correcto llamarles arcos faríngeos.

A.- ARCOS FARÍNGEOS

Los arcos faríngeos empiezan a desarrollarse al principio de la cuarta semana, en números pares a los lados de las futuras áreas facial y cervical; se disponen en sentido oblicuo, como bordes redondeados. Hacia el final de la cuarta semana, pueden observarse desde fuera cuatro pares bien definidos de arcos

faríngeos.(Fig. 3-1) y (Fig. 3-3).

Los arcos se numeran en sucesión craneocaudal y son:

- 1.- El arco mandibular.
- 2.- Arco hioideo.
- 3.- Primer branquial propiamente dicho.
- 4.- Segundo branquial propiamente dicho.
- 5.- Tercer branquial propiamente dicho.
- 6.- Cuarto branquial propiamente dicho.

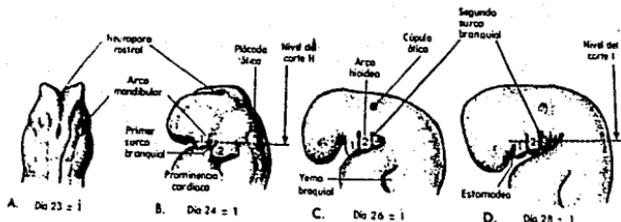


Fig.3-1.Esquemas en los que se muestra el desarrollo subsecuente de los arcos branquiales.

Los arcos faríngeos que se forman después del 5° son rudimentarios.

Los arcos faríngeos se desarrollan por una serie de movimientos complicados de las capas germinativas, que incluyen evaginación del endodermo, invaginación o formación de hendiduras del ectodermo y división del mesénquima que queda entre -- ambos.

Todos los arcos están separados entre sí por surcos branquiales prominentes.

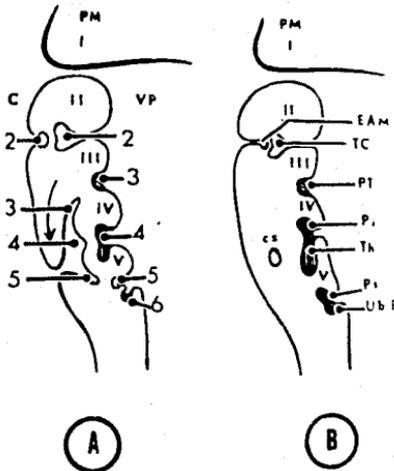


Fig. 3-2. Diagramas de arcos branquiales (I-V), sus hendiduras (VC 2-5) y bolsas (VP 2-6) en estados de desarrollo temprano (A) y tardío (B).

EAM: meato auditivo externo
TC: caja tímpano primitiva.
PT: amígdala palatina.
Pi: glándula paratiroides inferior.

Th: timo.

Ps: Gl. paratiroides sup.

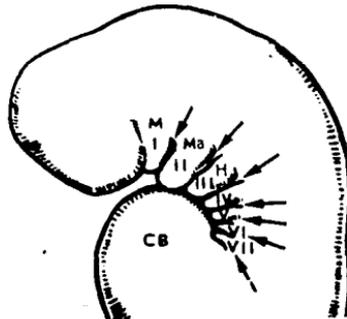
UbB: cuerpo último branquial
cs: seno cervical.

El arco mandibular origina dos salientes:

- 1.- El proceso mandibular, que forma el maxilar inferior.
- 2.- El proceso maxilar, más pequeño, contribuye a la formación del maxilar superior (labio superior, arco del maxilar superior y paladar).

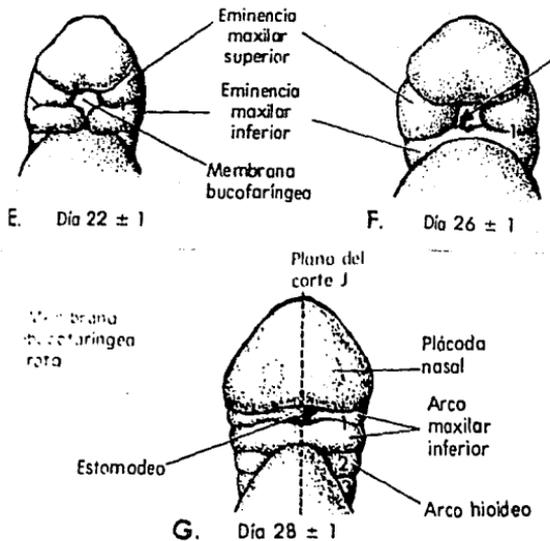
El arco hioideo contribuye a la formación del hueso hioideo y de las regiones adyacentes del cuello.

Fig. 3-3. Diagrama que muestra arcos branquiales (I-VII) y hendiduras (flechas). Eminencia cardiohepática (CB).



Los arcos faríngeos están sosteniendo las paredes laterales de la faringe primitiva.

La boca primitiva o estomodeo aparece primero como una depresión pequeña del ectodermo superficial, separada del intestino anterior o faringe primitiva por la membrana bucofaríngea formada por ectodermo y endodermo. Esta membrana se rompe hacia el día 24 comunicándose así el tubo digestivo con la cavidad amniótica. (Fig. 3-4 E-F) y (Fig. 3-4 G).



Cartilago
Eminencia maxilar
Fig. 3-4. Vistas faciales, que ilustran las relaciones del primer arco con el estomodeo o boca primitiva.

1.- COMPONENTES DE LOS ARCOS FARINGEOS.-

Cada arco posee un núcleo mesodérmico entre el ectodermo y el endodermo. Un típico arco faríngeo contiene los siguientes elementos:

- a) Una arteria
- b) Una barra cartilaginosa
- c) Un elemento muscular
- d) Un nervio (crece desde cerebro)

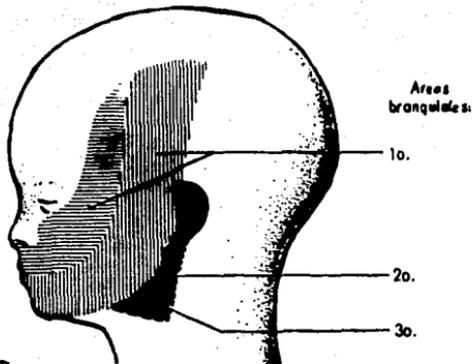
Del mesodermo del arco faríngeo derivan a, b, y c. El mesodermo contribuye también a la formación de dermis y mucosas de cabeza y cuello.

2.- DESTINO DE LOS ARCOS FARINGEOS.-

El primer arco faríngeo interviene en el desarrollo de la cara. En los extremos dorsales del primero y segundo arcos aparecen elevaciones que rodean al primer surco faríngeo, fusionándose gradualmente para formar el oído externo. Durante la quinta semana, el segundo arco (hioideo) sobrepasa al segundo y cuarto arcos originando una depresión ectodérmica conocida como seno cervical (Fig. 3-2).

Durante la sexta y séptima semanas el segundo arco y el sexto crecen y se encuentran. Gradualmente los surcos faríngeos segundo a cuarto y el seno cervical se obliteran, dándole al cuello el contorno liso. Los arcos faríngeos caudales al segundo contribuyen muy poco a formar la piel del cuello.

La figura siguiente nos muestra las áreas de cara y cuello derivadas de los tres primeros arcos faríngeos. Los nervios craneales VII y IX, derivados de los arcos segundo y tercero, tienen poca distribución sensitiva cutánea en el adulto.



3.- DERIVADOS DE LOS CARTILAGOS DE LOS ARCOS FARINGEOS.-

El extremo dorsal del cartilago del primer arco (cartilago de Mäckel) se osifica para formar dos huesos del oído medio: -- martillo y yunque.

La porción intermedia de este cartilago sufre regresión, y su pericondrio forma el ligamento anterior del martillo y el ligamento estenomandibular.

La porción ventral del cartilago de Mäckel desaparece casi completamente y la mandíbula se forma alrededor por osificación intramembranosa.

El cartilago del segundo arco (cartilago de Reichert) en su extremo dorsal se osifica para formar el estribo del oído medio y la apófisis estiloides del hueso temporal; la porción cartilaginosa que se encuentra entre apófisis estiloides y hueso hioides sufre regresión y su pericondrio forma el ligamento estilohioides. El extremo ventral se osifica para formar cuerno inferior y parte más alta del hueso hioides.

El cartilago del tercer arco, localizado en su porción ventral, se osifica y forma el cuerno mayor y parte inferior del cuerpo del hueso hioides.

Del cartilago del cuarto arco proviene el cartilago tiroi--
des.

Los cartilagos del cuarto, quinto y sexto arcos localizados en las regiones ventrales de los arcos correspondientes se fusio--
nan para formar los cartilagos laríngeos.

4.- DERIVADOS DE LOS MUSCULOS DE LOS ARCOS FARINGEOS.-

Los elementos musculares de los arcos faríngeos forman va--
rios músculos estriados de cabeza y cuello, como nos lo muestra el cuadro 3-1 , de la siguiente página.

5.- DERIVADOS DE LOS NERVIOS DE LOS ARCOS FARINGEOS.-

Los nervios faríngeos eferentes inervan a los músculos fa--
ríngeos; la dermis y mucosas del cuello son inervados por fibras sensitivas o branquiales aferentes.

El trigémino (V par craneal) inerva la piel de la cara. Pe--
ro solo dos de sus ramas (la maxilar superior y la maxilar infe--
rior) inervan a los derivados del primer arco faríngeo, lo mismo que a los dientes y mucosas de la cavidad nasal, paladar y len--
gua, y boca.

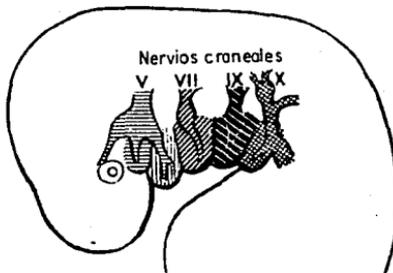


Fig. 3-6. Vista lateral de cabeza y cuello de un embrión de cuatro semanas, en las -- que se ilustran los nervios que inervan -- los arcos faríngeos.

TEJIDOS DERIVADOS DE LOS COMPONENTES DE LOS ARCOS FARINGEOS
E INERVACION DE LOS ARCOS FARINGEOS

ARCO	NERVIO	MUSCULO	ESTRUCTURAS ESQUELETICAS	LIGAMEN- TOS
Primero ó maxilar	Trigémimo (V)	Músc.masticación - (temporales,masete- ros,pterigoideos - medial y lateral). Miloideo y vien- tre ant.del digés- trico. Tensor del tímpano. Tensor -- del paladar.	Martillo Yunque	Ligamen- to ante-
Segundo ó hioides	Facial (VII)	Músc.expresión fa- cial (buccinador,- auricular, frontal, platisma, orbicu- lar de los labios y orbicular de los párpados. Estape- dio. Estilohiideo. Ventre post. del digástrico.	Estribo Ap.esti- loides. Cuerpo - inf.del hioides. Parte sup. del cuerpo del hoi- des.	Ligamento estilo--- hiideo.
Tercero	Glosafa- ríngeo. (IX)	Estilofaríngeo y - faríngeo superior.	Cuerno ma- yor del - hioides. Parte inf. del cuerpo del hioides.	
Cuarto	Rama la- ríngea - sup. del vego, y rama la- ríngea - recurren- te del - vego res- pectiva- mente.(X).	Faríngeo y larín- geo.	Cartilago tiroides. Cartilago aritenoides. Cartilago corniculado. Cartilago cuneiforme.	

El VII par craneal (facial) inerva al segundo arco faríngeo o hioideo.

El IX par craneal (vago) inerva al tercer arco y del cuarto al sexto arcos. El tercero es inervado por la rama laríngea superior y el sexto arco por la rama laríngea recurrente.

Los nervios del segundo al sexto arcos tienen poca distribución cutánea, pero inervan las mucosas de lengua, faringe y laringe.

B.- SACOS FARÍNGEOS

La faringe primitiva es ancha en sentido craneal y se va estrechando en sentido caudal conforme se va uniendo con el esófago.

El endodermo de la faringe cubre las superficies internas de los arcos faríngeos y pasa hacia divertículos llamados sacos faríngeos que tienen forma de globo.

Los sacos faríngeos son pares y van apareciendo en sucesión craneocaudal entre los arcos faríngeos. Hay cuatro pares de sacos bien definidos; algunas veces existe un quinto par pero es rudimentario. El primer saco se localiza entre el primero y el segundo arcos faríngeos.

El endodermo de los sacos faríngeos entra en contacto con el ectodermo de los surcos faríngeos y, juntos, forman membranas branquiales o de cierre de doble capa que separan los sacos y surcos.

DERIVADOS DE LOS SACOS FARÍNGEOS.-

1.- Primer saco faríngeo.- Este saco se expande dentro de un nicho tubotimpánico alargado y envuelve a los huesos del oído medio.

La porción distal en expansión de este nicho entra pronto en contacto con el primer surco faríngeo y posteriormente contribuye a la formación de la membrana timpánica.

El nicho forma cavidad y antro timpánicos, y su conexión — con la faringe se alarga gradualmente para formar la trompa faringotimpánica (de Eustaquio).

2.- Segundo arco faríngeo.- En su mayor parte se va obliterando conforme se va desarrollando la amígdala, sin embargo, este saco permanece como fosa amigdalina.

El endodermo de este saco prolifera y forma yemas que crecen hacia el mesénquima circundante. Las partes centrales de estas yemas se desintegran y forman criptas. El endodermo del saco constituye el epitelio superficial y la cubierta de las criptas de la amígdala palatina.

Durante el quinto mes del desarrollo prenatal, el mesénquima que rodea a las criptas se diferencia en tejido linfóide, y — pronto se organiza en nódulos linfáticos.

3.- Tercer saco faríngeo.- Este saco entra en expansión en una — porción bulbar dorsal sólida y una parte ventral hueca alargada. Su conexión con la faringe se reduce a un conducto estrecho que degenera muy pronto.

Hacia la sexta semana, cada porción bulbar dorsal comienza a diferenciarse en glándula paratiroides inferior (frecuentemente llamada paratiroides III debido a su origen en ese saco).

Las porciones neutrales alargadas derivadas de los terceros sacos emigran en sentido medial, y por último, se encuentran y fusionan para formar el timo.

Timo y glándula paratiroides emigran en sentido caudal. — Más tarde, las glándulas paratiroides se separan del timo y se

ubicar en la superficie dorsal de la glándula tiroides, que ha descendido desde el orificio ciego de la lengua.

a) Histogénesis del timo.- Después que se han fusionado -- los primordios del timo, éste se convierte en una masa densa de células endodérmicas.

Hacia la décima semana, esta masa se ha desintegrado por -- invasión del mesénquima en la redcilla de células o citorretículo. Los corpúsculos tímicos de Hassall parecen derivarse de -- crecimientos hacia afuera del epitelio endodérmico.

Las células centrales degeneran y las células periféricas aplanadas conservan sus conexiones con las células reticulares. Los corpúsculos de Hassall pueden tener un papel en la actividad del timo.

El mesénquima invasor constituye los vasos sanguíneos del tejido conectivo del timo, pero es incierto el origen de los -- linfocitos pequeños o timocitos: pueden ser de origen mesenquimatoso; ; otros sugieren que los linfocitos se diferencian del epitelio tímico endodérmico y que el mesénquima estimula la diferenciación de estas células epiteliales en linfocitos.

4.- Cuarto saco faríngeo.- este saco entra en expansión en una porción bulbar dorsal y una parte ventral alargada, y su conexión con la faringe se reduce a un conducto estrecho que pronto degenera. Hacia la sexta semana, cada porción dorsal se convierte en una glándula paratiroides superior, llamada a menudo paratiroides IV por su saco de origen que se ubican en la superficie dorsal de la glándula tiroides. Como las glándulas paratiroides derivadas de los terceros sacos se extienden con el timo, son -- llevadas a una posición más baja que las paratiroides de los -- cuartos sacos que quedan por lo tanto, en posición más superior.

IV.- EMBRIOLOGIA DE LAS ESTRUCTURAS FACIALES, BUCALES Y PARABUCALES.

Durante el segundo mes de la vida intrauterina, empieza la compleja dinámica del desarrollo de la cara y de la cavidad bucal, y es a partir de siete centros diferentes de crecimiento, que tienen variable ritmo y forma de crecimiento.

Este período de crecimiento ocurre en dos fases:

- 1.- Durante la quinta y sexta semanas, se preparan los bloques formadores de la cara, se establece la comunicación entre - la cavidad bucal y el intestino anterior, y se forman los - conductos nasales. Al final de esta fase las cavidades nasal y bucal se comunican ampliamente y la lengua ya se ha - desarrollado.
- 2.- Comprende de la séptima a la octava semanas, se desarrolla el paladar, dando lugar a la separación de las cavidades bucal y nasal.

Las malformaciones más comunes de la cara, el labio leporino y el paladar hendido, ocurren respectivamente durante la primera y segunda fases. Los movimientos de los segmentos de tejidos formadores de la cara, intervienen también en la formación de estructuras de la cavidad bucal y nasal.

1.- DESARROLLO DE LA CARA

DESARROLLO TEMPRANO.- En el embrión humano de 3 mm de longitud (3 semanas), la mayor parte de la cara consiste en una --

prominencia redondeada formada por el cerebro anterior (prosencefalo), cubierto por una delgada capa de mesodermo y por ectodermo.

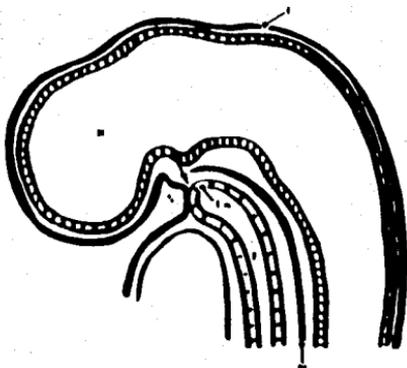


Fig. 4-1. Diagrama de un corte sagital a través de la futura región de la cabeza y cuello en un embrión de 25 días.

Por debajo de la prominencia redondeada hay un surco profundo (estomodeo), limitado caudalmente por el arco mandibular (primer arco faríngeo), lateralmente por los procesos maxilares, y cefálicamente por el proceso frontonasal.

El estomodeo se profundiza hasta encontrar el fondo de saco del intestino anterior quedando separados por la membrana bucofaríngea, compuesta de dos capas epiteliales (ectodermo y endodermo). Hay una bolsa ectodérmica adicional, la bolsa de Ranthke, que forma después el lóbulo anterior de la hipófisis.

El revestimiento del estomodeo es de origen ectodérmico, por lo tanto, el revestimiento de las cavidades bucal y nasal, el esmalte de los dientes y las glándulas salivales son de ori

gen ectodérmico. El revestimiento faríngeo es endodérmico ya que se forma a partir del intestino anterior.

La cara se deriva de siete esbozos: los dos procesos mandibulares que se unen muy tempranamente, los dos procesos maxilares, los dos procesos nasales laterales, y el proceso nasal medio.

Los procesos mandibulares y maxilares se originan del primer arco faríngeo; el proceso nasal medio y los dos nasales laterales provienen de los procesos frontonasales, que a su vez se originan en la prominencia que cubre al cerebro anterior.

El mesodermo prolifera rápidamente cubriendo al cerebro anterior, originando el proceso frontonasal que formará la mayoría de las estructuras de las porciones superior y media de la cara. A continuación se forma el estomodeo (que después se ahonda).

El centro de crecimiento, representado por el estomodeo (de origen ectodérmico), que rige el desarrollo de las distintas partes de la cara, nariz maxilares y porciones del paladar, aumenta su actividad aproximadamente un mes después de la fecundación.

Al principio de la cuarta semana de desarrollo, se rompe la membrana bucofaríngea, estableciéndose de esta manera la continuidad entre el estomodeo y el intestino anterior. En áreas específicas el mesénquima crece rápidamente produciendo abultamientos, procesos y engrosamientos (placodas). Esta proliferación del mesénquima origina 5 primordios faciales que se aprecian alrededor del estomodeo:

La elevación frontonasal, que resulta por proliferación del mesénquima ventral al cerebro en desarrollo, constituye el límite superior del estomodeo.

Los dos procesos maxilares, que constituyen los límites laterales del estomodeo.

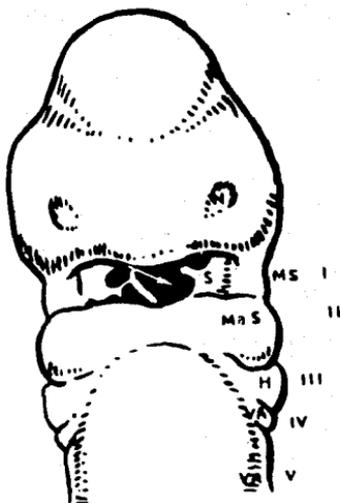


Fig. 4-2. Aspecto frontal de la futura región de la cabeza y cuello de un embrión humano. La membrana bucofaringea (flecha blanca) se ha roto.

Al final de la cuarta semana, a cada lado de la parte más inferior del proceso frontonasal aparecen engrosamientos ectodérmicos bilaterales ovales llamados placodas nasales. El mesénquima prolifera en los bordes de esas placodas, produciendo las elevaciones nasal media y lateral en forma de herradura.

Al principio, el proceso nasal medio es más prominente — que los laterales, pero después se retrasa en su crecimiento.— Sus ángulos inferolaterales, redondeados y prominentes conoci-

dos como procesos globulares, están unidos originalmente con los procesos de ambos maxilares. En este sitio no se produce fusión. Los procesos nasales laterales no contribuyen a formar el límite superior del orificio bucal. Los procesos nasales laterales se encuentran junto a los maxilares separados por los surcos nasolagrimalos poco profundos.

En la quinta semana, los procesos nasales laterales y medio crecen rápidamente y se orientan formando depresiones nasales; las fosas olfatorias, cuyas aberturas están rodeadas por los pliegues nasales medios y laterales, se van profundizando cada vez más formándose un saco nasal. Las superficies epiteliales de estos pliegues se fusionan en el piso del saco nasal, formando un tabique epitelial longitudinal, y a través de él pronto se le une el mesodermo formando el esbozo del paladar primitivo que separa el saco nasal de la cavidad bucal. Esta unión mesodérmica pronto se adelgaza formando una membrana buco nasal que se rompe en el embrión de 12 a 14 mm de longitud, estableciéndose una continuidad en cada lado entre el saco nasal correspondiente y el techo de la boca; esas comunicaciones son las canas primitivas y se localizan por encima del paladar primario.

Los procesos nasolaterales forman las alas de la nariz. Los procesos nasomediales crecen uno hacia el otro y forman la parte media de la nariz, porción media del maxilar superior y todo el paladar primitivo.

Simultáneamente, los procesos maxilares superiores crecen aproximándose y se encuentran con los procesos nasales que se expanden. Los procesos maxilares superiores se fusionan en la cuarta semana y el surco entre ellos desaparece antes de que finalice la quinta semana.

Hacia el final de la quinta semana, los ojos se encuentran ligeramente hacia adelante y el oído externo ha empezado a desarrollarse.

Las fuerzas de crecimiento de los procesos maxilares hacen que en las dos siguientes semanas (6a y 7a) los procesos nasales estén confinados a un área inmediatamente inferior a las futuras aberturas de la nariz.

Durante la 6a y 7a semanas, las elevaciones nasales mediales se unen entre sí y con los procesos maxilares. Conforme las elevaciones nasales mediales se encuentran, forman el segmento intermaxilar, el cual origina a su vez:

- 1.- La porción media del labio superior o filtrum.
- 2.- La porción media del maxilar superior y sus encías.
- 3.- El paladar primario.

Los procesos nasales y maxilares se fusionan contribuyendo a la formación de la nariz, labios y porciones de las mejillas.

Los procesos mandibulares originan maxilar inferior, labio inferior y parte más baja de la cara.

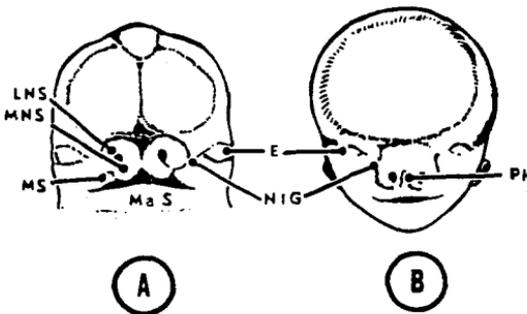


Fig.4-3. Muestra el desarrollo de la cara de un embrión humano de 7 semanas (A) y de 10 semanas (B).MS: procesos maxilares sup. MaS inferiores, Ph: filtro; E: ojo; NIG: surco nasolateral; LNS: procesos nasolaterales; MNS: proceso nasal medio.

El desarrollo final de la cara ocurre lentamente. Los cambios consisten solamente en la unión de los procesos inicialmente separados y la fusión resulta de la disminución en profundidad y separación de los surcos y de fositas.

El crecimiento de la mandíbula sigue una curva peculiar. - Durante el desarrollo temprano es pequeña en comparación con -- las partes superiores de la cara, y después su crecimiento en -- anchura y longitud se acelera en algunas etapas del desarrollo palatino. Más tarde se vuelve a retrasar el crecimiento mandibular. El feto presenta micrognacia fisiológica en el momento del nacimiento y un poco después desaparece. En la vida embrionaria temprana el orificio bucal es muy amplio, pero disminuye su abertura conforme los procesos maxilar y mandibular se unen para -- formar las mejillas.

2.- DESARROLLO DEL PALADAR

El paladar se desarrolla a partir de paladar primario y paladar secundario. Su desarrollo se inicia durante la 5a semana y su fusión termina hasta la 12a semana.

a) PALADAR PRIMARIO O PROCESO PALATINO MEDIAL.- Se forma durante la 5a y 6a semana de la vida intrauterina, a partir de la parte más interna del segmento intermaxilar. Forma una masa cuneiforme de mesodermo entre los procesos maxilares del maxilar superior en desarrollo.

La barra horizontal de tejido formada por la unión del -- proceso nasal medio con los procesos nasales laterales y los -- procesos maxilares, es el paladar primario.

Del paladar primario se desarrollará el labio superior, -- la porción anterior del proceso alveolar del maxilar superior y la parte más anterior del paladar.

b) PALADAR SECUNDARIO.- Tiene su origen en proyecciones mesodérmicas horizontales de los maxilares superiores.

Conforme la cavidad bucal primitiva aumenta en altura, el tejido que separa a las dos ventanas nasales primitivas crece hacia atrás y hacia abajo, para formar el futuro rabiague nasal.

La cavidad bucal tiene un techo incompleto, en forma de herradura, formado en la parte anterior por el paladar primario, y en las partes laterales por la superficie bucal de los procesos maxilares. A cada lado del tabique nasal la cavidad bucal comunica con las cavidades nasales.

El paladar secundario, destinado a separar las cavidades bucal y nasal, se forma por la unión de los dos procesos palatinos laterales que al principio se proyectan hacia abajo a cada lado de la lengua; pero a medida que la lengua toma su posición más inferior, toman posiciones horizontales.

La transposición y la unión de los procesos palatinos ocurre únicamente cuando la lengua ha descendido, dejando libre el espacio comprendido entre los procesos palatinos, lo cual ocurre simultáneamente con un crecimiento demasiado rápido de la mandíbula, tanto en longitud como en anchura. La lengua se desplaza hacia el espacio amplio comprendido en el arco mandibular y adquiere su forma natural. Es así como los procesos palatinos casi verticales, al descender la lengua adquieren su posición horizontal, se ponen en contacto con el borde inferior del tabique nasal, pero todavía se encuentran separados por una hendidura media, más ancha en la parte posterior que en la anterior. La hendidura se va cerrando gradualmente desde la región anterior hasta la posterior.

En las fases tempranas, hay una sutura epitelial entre los dos procesos palatinos; después este epitelio es invadido por el mesodermo en crecimiento; conforme se va desintegrando ese epite-

lio, se forman restos epiteliales que pueden persistir en etapas posteriores de la vida.

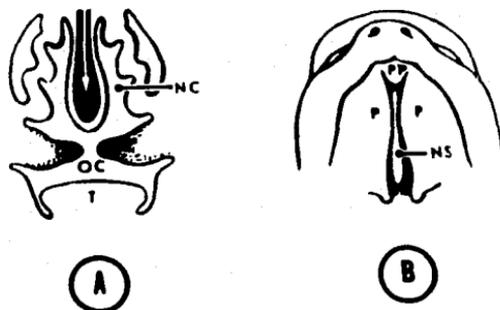


Fig.4-4. Diagrama a través de la región de la cabeza en un embrión de 6 semanas y media que muestra: PS: procesos palatinos; Lengua (NS) y tabique nasal (flecha blanca).

El epitelio persiste en la unión del paladar primario con los procesos palatinos y forma dos bandas que comienzan en la cavidad nasal y se unen, abajo, con el epitelio bucal, son los esbozos de los conductos nasopalatinos.

Solamente el paladar blando y la porción central del paladar duro, se forman a partir de los procesos palatinos. Las partes periféricas, en forma de herradura (borde tectorial), se originan de los procesos maxilares.

La porción anterior de los procesos palatinos se une con el tabique nasal. En esta región anterior se desarrolla el paladar duro y en la posterior, donde se desarrolla el paladar blando y úvula, no hay unión con el tabique nasal. También se fusio

na paladar primario y tabique nasal. La fusión empieza adelante en la 9a semana, y en la 12a semana es completa en la parte posterior.

Los bordes libres de los procesos palatinos se fusionan, - primero con el margen posterior del paladar primario y luego, - progresivamente, de adelante hacia atrás, en la línea media y - eventualmente con el borde inferior del tabique nasal.

Se desarrolla hueso intramembranoso en el paladar primario formando la porción premaxilar que aloja a los incisivos. Al mismo tiempo, se va extendiendo hueso de los maxilares y palatinos hacia el proceso palatino lateral para formar el paladar duro. Las porciones posteriores de los procesos palatinos laterales no se osifican, sino que se extienden más allá del tabique nasal y se fusionan para formar paladar blando y úvula.

Estos cambios en el desarrollo subdividen el estomodeo y a los sacos olfatorios en un par superior de cavidades nasales y una cavidad inferior, la boca definitiva. Esta fusión origina - también migración posterior de las narinas quedando ya a cada lado del borde libre posterior del tabique nasal adulto.

Hay un pequeño conducto nasopalatino en la línea media del paladar, entre el paladar primario y los procesos palatinos de los maxilares, que al cerrarse en el paladar duro del adulto se representa por el orificio incisivo.

Las fusiones anómalas o la falta de fusión, de los procesos palatinos del maxilar superior entre sí o con el margen posterior del paladar primitivo, originan el paladar hendido, frecuentemente asociado al labio hendido existiendo en este último una aparente falla de fusión entre el proceso maxilar de un lado (labio hendido unilateral) o de ambos lados (labio hendido bilateral) con el proceso frontonasal.

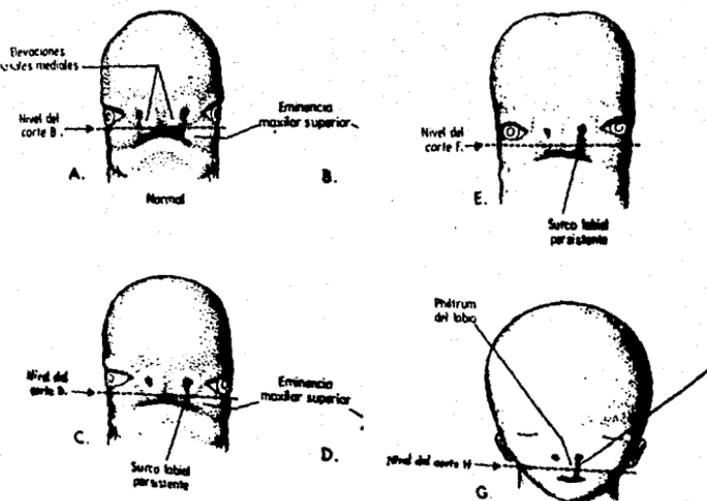


Fig. 4-5. Esquemas que muestran las bases embriológicas del labio hendido unilateral completo.

El labio hendido es la anomalía congénita más común en la cara, que es frecuentemente acompañado de paladar hendido (Fig. 4-6). Ambas malformaciones son etiológicamente distintas que abarcan diversos procesos de desarrollo y en tiempos distintos.

El labio hendido se presenta en uno de cada 700 nacidos vivos, siendo más frecuente en los varones.

El labio hendido resulta por insuficiencia de las masas mesotérmicas de las derivaciones nasales mediales y de los procesos maxilares para fusionarse, en tanto que el paladar hendido resulta por insuficiencia de las masas mesodérmicas de los

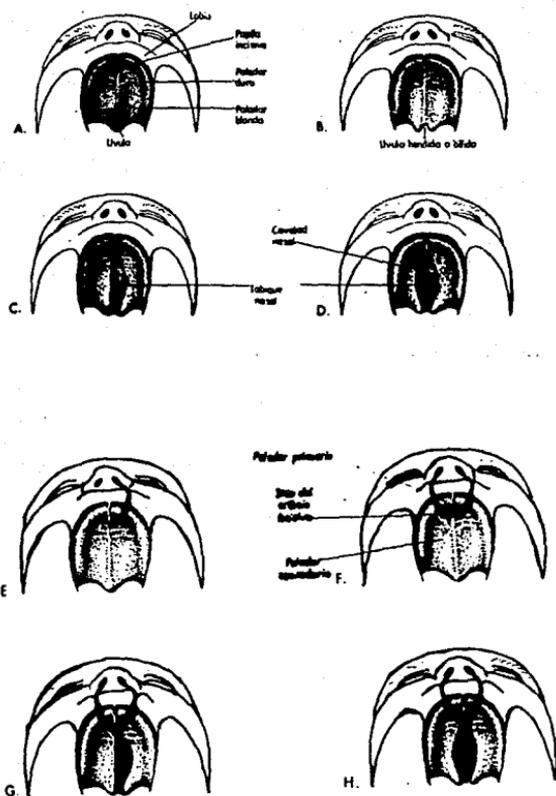


Fig. 4-6. Esquemas de diversos tipos de labio y paladar hendidos: A, labio y paladar normales; B, úvula hendida. C, hendidura unilateral del paladar secundario. D, sutura posterior del paladar posterior. E, hendidura unilateral de labio (completa) y proceso alveolar con hendidura bilateral del paladar anterior. F, G y H, hendidura bilateral completa del labio y proceso alveolar, afectando al paladar anterior y posterior.

procesos palatinos para fusionarse. El labio hendido afecta con frecuencia al esbozo alveolar (queilognatosquisis) y al paladar (queilognatopalatosquisis). En los casos de labio hendido bilateral la premaxila hace prominencia hacia adelante flotando.

El paladar hendido clínicamente se observa como un defecto de longitud variable en la línea media del paladar, que expone la cavidad nasal al ambiente de la boca, por lo tanto, la susceptibilidad a las infecciones respiratorias altas se ve aumentada.

No es constante la relación de los dientes con la hendidura lateral del alveolo, la cual puede pasar entre cualquiera de los dientes anteriores o a veces distalmente al canino. Estas diferencias de relación de los dientes con la hendidura son debidas a que el desarrollo de la lámina dentaria es independiente al de los esbozos faciales; la lámina dentaria se desarrolla después de haberse fusionado los esbozos faciales. Así, los gérmenes dentarios pueden desarrollarse en diversas relaciones con la hendidura. Si la lámina dentaria se divide puede producirse un diente supernumerario. Otras manifestaciones de alteraciones por hendiduras son las raíces torcidas, curvadas, inversión de los dientes, erupción de dientes dentro de la hendidura, etc., que causan maloclusión.

Los factores causantes del paladar hendido (aparte de la falta de penetración del mesoderma en el puente epitelial que se forma cuando los esbozos palatinos laterales se encuentran en la línea media, con rotura consiguiente del puente y formación de la hendidura), parecen ser las interferencias mecánicas de la lengua, traumatismos, el stress, las enfermedades infecciosas (sífilis) y la malnutrición. Se ha observado que la incidencia de hendiduras bucofaciales aumenta con la edad de la madre.

Las deficiencias mesodérmicas son causadas principalmente por genes mutantes o factores ambientales.

3.- DESARROLLO DE LABIOS, MEJILLAS Y ENCIAS.-

La parte media del labio superior es formada por la parte baja del proceso frontonasal. El filtrum parece ser formado por acumulación del mesodermo maxilar sobre cada lado de la línea media; en casos de labio hendido bilateral está ausente.

El labio se divide en una zona lisa externa (pars glabra) y una zona interna vellosa (pars villosa).

En el labio superior la porción central de la pars villosa es prominente y forma el tubérculo. El frenum tectolabial conecta la papila palatina con el tubérculo labial. En etapas posteriores, al crecer el proceso alveolar, el frenum tectolabial se separa de la papila palatina y persiste como el frenillo labial superior, conectando el borde alveolar con el labio superior.

Las partes laterales del labio superior se forman del proceso maxilar en igual forma como se forma el labio inferior.

El paladar está separado del labio por un surco marcado muy poco, en cuya porción profunda se originan dos láminas epiteliales: la lámina externa (vestibular) y la lámina interna (dental). El proceso alveolar se forma después, del mesodermo situado entre las dos láminas.

En la región molar aparece un saliente (borde pseudoalveolar) que puede confundirse con el borde alveolar, pero desaparece conforme el proceso alveolar superior crece hacia atrás.

Todo el labio superior y la encia tienen epitelio ectodérmico.

El labio inferior se forma en el borde libre del proceso -- mandibular por separación de su porción superficial por el surco labiogingival o labial que junto con el surco linguogingival que es más interno y paralelo al primero, separan la porción mandibular de la lengua del resto del proceso mandibular. La porción -- del proceso mandibular entre el labio inferior externamente y la lengua internamente forman la encía primitiva en la que se diferencian los dientes inferiores. No hay borde pseudoalveolar, y el proceso alveolar crece gradualmente dentro de los límites del surco labial. El surco labial se profundiza hasta formar el vestíbulo bucal, que se extiende hasta atrás hasta las regiones limitadas por las mejillas.

Como la línea de unión del estomodeo con el intestino anterior yace entre la porción mandibular de la lengua y la arcada de las encías, el epitelio que cubre el labio inferior y la encía es de origen ectodérmico.

La musculatura de los labios superior e inferior se deriva del mesodermo del arco hioideo el que emigra tempranamente desde su sitio de origen en el segundo arco branquial hacia los tejidos en desarrollo de la cara, y son inervados, por lo tanto, por el VII par craneal que es el nervio del arco hioideo.

Las mejillas se forman por fusión progresiva, en dirección anterior, de los labios superior e inferior; están cubiertas por ectodermo y su musculatura (buccinador) deriva del arco hioideo y están inervadas por el VII par craneal.

4.- DESARROLLO DE LAS CAVIDADES NAALES.-

Seis semanas después de la fecundación, las depresiones nasales se profundizan más por la actividad de crecimiento de los procesos nasales; quedando incluidas en el mesénquima que queda por debajo.

Cada saco nasal crece en sentido dorsocaudal, ventral al cg rebro en desarrollo. En un principio los sacos nasales se encuentran separados de la cavidad bucal por la membrana buconasal que pronto se rompe y permite la comunicación de las mucosas bucal y nasal. Las regiones de continuidad son las coanas primitivas, lo calizadas detrás del paladar primario.

Los scos, ahora llamadas cavidades nasales primitivas, se agrandan, permaneciendo separadas por una porción profunda del proceso frontonasal que se va adelgazando progresivamente para formar el tabique nasal primitivo que se extiende gradualmente hacia atrás y abajo como una elevación media con un borde libre que llega hasta el sitio de unión de la bolsa de Rantke con el techo de la cavidad bucal. Más tarde aparecen en el mesodermo del tabique, el cartilago y el hueso.

Mientras el tabique nasal se desarrolla, cada masa de meso dermo maxilar origina una extensión media, el proceso palatino.

Con la fusión de los procesos palatinos laterales entre sí y con el tabique nasal, las cavidades bucal y nasal quedan nuevamente separadas, y las cavidades nasales también quedan separadas entre sí.

Al mismo tiempo que ocurren estos cambios, sobre la pared lateral de cada cavidad nasal, se están formando los cornetes superiores, medios e inferiores; el epitelio ectodérmico del te cho y paredes de la cavidad nasal se especializa como región ol fatoria; algunas células olfatorias dan origen a las fibras que crecen hacia los bulbos olfatorios del cerebro.

El mesodermo superficial de las cavidades nasales originará el esqueleto cartilaginoso y óseo de la nariz.

Durante el período final del período fetal y de la lactancia, se desarrollan los senos paranasales, como pequeños diver-

tículos de la pared lateral nasal. Los primeros en aparecer son los senos maxilares y seguidos antes del nacimiento por los senos esfenoidales; los otros senos, al término están representados por depresiones en la pared nasal. Durante la infancia estos senos se extienden hacia maxilares, etmoides y los huesos frontal y esfenoides. Alcanza su máximo tamaño en la pubertad.

5.- DESARROLLO DE LA LENGUA.-

La lengua se deriva de los primeros, segundos y terceros arcos faríngeos. Las estructuras derivadas de los arcos faríngeos están separadas, durante toda la vida, de las derivadas de los arcos más caudales por el surco terminal en la zona de las papilas circunvaladas.

El cuerpo y la punta de la lengua se originan de tres prominencias de la cara interna del primer arco faríngeo (mandibular): dos prominencias laterales y una prominencia media (tubérculo impar).

La base de la lengua se desarrolla de una prominencia formada por la unión de las bases de los segundos y terceros arcos faríngeos (la cúpula).

Al final de la cuarta semana aparece en el piso de la faringe una elevación medial llamada tubérculo impar (yema o tumefacción lingual medial) que es la primera indicación de desarrollo de la lengua; el tubérculo impar es una elevación transitoria -- que no contribuye a formar ninguna porción significativa del órgano del adulto.

Pronto aparecen a cada lado del tubérculo impar dos elevaciones: linguales laterales ovals (yemas o tumefacciones linguales laterales). Las tres elevaciones surgen por la proliferación del mesénquima de las partes ventromediales del primer par de ar

cos faríngeos. Las tumefacciones linguales laterales aumentan de tamaño rápidamente, se fusionan entre sí y sobrepasan al - tubérculo impar. Estas dos tumefacciones forman los dos tercios anteriores o cuerpo de la lengua.

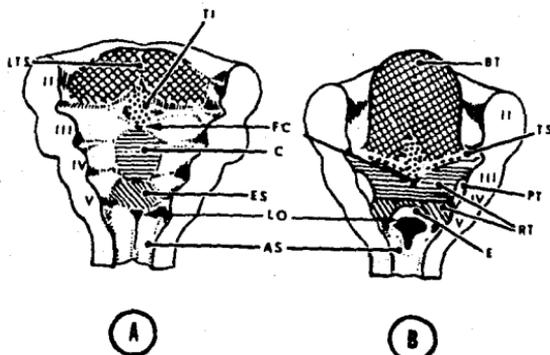


Fig. 4-7. Esquemas que nos demuestran el desarrollo de la lengua, y órganos asociados. Tubérculos linguales laterales (LTS), cópula (C), tubérculo impar (TI), abultamiento epiglótico (ES), agujero ciego (FC), abertura laríngea (LO), abultamientos aritenoides (AS), surco terminal (TS), cuerpo de la lengua (BT), amígdala palatina (PT), raíz de la lengua (RT), epiglottis (E). Diagrama A, embrión de 5 semanas. Diagrama B, embrión de 5 meses.

El desarrollo del tercio posterior de la lengua es más -- complicado ya que parece ser producto de un crecimiento subepitelial del mesodermo del tercer arco, junto con su inervación, sobre el mesodermo del segundo arco faríngeo.

El mesodermo del tercer arco se fusiona con el del primer arco, obliterando así las porciones ventrales de la 1a y 2a --

bolsa faríngea.

El tercio posterior de la lengua (raíz) está indicado al principio por dos elevaciones, caudales al orificio ciego:

- 1.- La cópula (de conexión) formada por la fusión de las partes ventromediales de los segundos arcos faríngeos.
- 2.- La eminencia hipobranquial, grande, se desarrolla caudal a la cópula a partir del mesodermo en las partes ventromediales de los sacos faríngeos tercero y cuarto.

El tercio posterior de la lengua se desarrolla a partir de la parte craneal de la eminencia hipobranquial que a medida que se va desarrollando la lengua, sobrepasa gradualmente a la cópula hasta que ésta desaparece.

El tercer abultamiento central, producido por el segundo arco faríngeo propiamente dicho, es el de la futura epiglotis.

En la línea media, sobre la base del primer arco y entre las estructuras derivadas de los primeros y segundos arcos faríngeos, se desarrolla la glándula tiroidea por crecimiento y diferenciación progresiva hacia abajo. El conducto tirogloso se origina en esta región y crece hacia abajo a través de la lengua en desarrollo, hasta llegar al sitio que ocupará la glándula. Su extremidad bucal está señalada en la lengua adulta por el agujero ciego. Los quistes del conducto tirogloso pueden desarrollarse desde el agujero ciego hasta el istmo de la glándula tiroidea.

La lengua crece rápidamente en etapas tardías del desarrollo y en la parte anterior se diferencian varios tipos de papilas (excrecencias de tejido conectivo cubiertas por epitelio), mientras que en la parte posterior de la mucosa lingual aparece tejido linfático.

El epitelio lingual al principio (en embriones de 25 mm de longitud) es una capa simple de células cuboides, las que pronto

forman dos o tres capas.

Las papilas aparecen entre la novena y undécima semana: las caliciformes y las foliadas aparecen primero y después las fungiformes.

Los corpúsculos o botones gustativos aparecen entre la 8a a 9a semanas.

Como ya se dijo, la lengua se origina del desarrollo encadenado del endodermo faríngeo, mesodermo branquial (1° y 2° arco) y miotomas occipitales.

El mesodermo del arco branquial forma el tejido conectivo, vasos linfáticos y sanguíneos de la lengua y tal vez algunas fibras musculares. La mayor parte de la musculatura lingual se deriva de los mioblastos que emigran desde los miotomas de los somitas occipitales.

El cuerpo de la lengua está inervado por la rama lingual - de la división maxilar inferior del nervio trigémino (V par craneal). La cuerda del tímpano (del VII par o facial) inerva las llemas gustativas de los dos tercios anteriores de la lengua, - excepto las papilas circunvaladas, siendo éstas inervadas por - el nervio glossofaríngeo (IX par craneal) procedente del tercer arco faríngeo, ya que la mucosa de la lengua es empujada ligeramente hacia adelante conforme se desarrolla la lengua, y entonces el componente del segundo arco es sobrepasado por el tercer arco.

La raíz de la lengua es inervada principalmente por el glossofaríngeo (IX), derivado del tercer arco branquial.

La rama laríngea superior del vago (X) del cuarto arco - inerva una pequeña área por delante de la epiglotis.

Los músculos linguales son inervados por fibras derivadas - del nervio hipogloso (XII) que acompañan a los mioblastos desde

los miotomas occipitales.

6.- DESARROLLO DE LAS GLANDULAS SALIVALES

Son de origen ectodérmico las que se forman en la parte anterior de la membrana bucofaringea (parótidas y las accesorias); las que se forman detrás de esa membrana son de origen endodérmico -- (sublinguales, y submaxilares).

El patrón de desarrollo es idéntico para todas las glándulas, independientemente de la capa germinativa de origen. Empiezan como una sólida prolongación de epitelio hacia el mesénquima y a medida que el cordón epitelial se alarga, penetrando más profundamente en el tejido conectivo, los extremos se ramifican. Cuando la ramificación termina, los extremos forman pequeñas masas celulares esféricas llamadas acinos o alveolos que son los que sintetizan las secreciones salivales y las ramas que se vuelven tubos huecos o conductos, drenan los acinos. Los componentes de los conductos se forman en el tercer mes y se ahuecan en el 6º mes.

La agrupación de los acinos y sus conductos correspondientes en lobulillos ocurre en el 6º mes.

Las glándulas salivales accesorias se desarrollan en el tercer mes; la parótida de la 4a a la 6a semana; la submaxilar en la 6a semana y la sublingual se desarrolla en la 8a semana.

El conducto excretor de la parótida es el conducto de Stenon que se abre en la boca enfrente del 1º o del 2º molar superior. Su inervación procede del aurículo temporal y de la rama auricular del plexo cervical superficial.

Las glándulas submaxilares se desarrollan en el piso de la boca a partir del endodermo. Su conducto de Warthon se abre por debajo de la lengua, cerca del frenillo lingual. Está inervada por el garglio submaxilar del nervio lingual, y de la cuerda del tím-

pano por intermedio del lingual.

Las glándulas sublinguales aparecen más tarde, desarrollándose como yemas múltiples del endodermo en el surco paralingual. Forman muchos conductos excretores, debido a que está formada por una aglomeración de glándulas. El conducto más voluminoso es el de Rivinus o de Bartolino y se abre cerca del conducto de Warthon. Los pequeños conductos (conductos de Walter) se abren fuera del conducto de Rivinus. Los nervios proceden del ganglio sublingual y de la cuerda del tímpano, por intermedio del nervio sublingual, rama del nervio lingual.

Las secreciones salivales serosas se producen después del nacimiento; pero la mucina es secretada desde mucho antes.

V.- DESARROLLO EMBRIOLOGICO DEL CRANEO

El cráneo tiene un desarrollo complicado asociado con su modificación progresiva en la filogenia de los vertebrados y con la especialización adaptiva de muchos de los componentes.

La embriología del cráneo es además complicada porque algunos huesos se desarrollan en cartilago (por ejemplo, etmoides), otros en membrana (por ejemplo, parietal) y otros tienen centros tanto endocnrales como membranosos (por ejemplo, occipital y temporal).

Las partes cartilaginosas del cráneo en desarrollo (condrocráneo) y los huesos que en él se desarrollan, son los más antiguos filogenéticamente que los huesos de membrana.

El cráneo consiste en una caja protectora (neurocráneo) alrededor del cerebro, y del esqueleto de la mandíbula (viscerocráneo o esplanocráneo). En cada una de estas porciones la primera indicación de la formación del esqueleto es una condensación mesenquimática; luego el mesénquima puede transformarse en hueso - de membrana (dérmico) o en cartilago, que persiste en algunas regiones a través de la vida, y en otros casos sigue la osificación endocnral.

1.- NEUROCRANEO.-

El mesodermo que origina el neurocráneo, es la meninge primitiva; al principio membranoso, rodeando al tubo neural en desarrollo. Más tarde se subdivide en dos capas: una interna, endomeninge (que puede ser originada en la cresta neural); y una externa, ectomeninge.

La endomeninge está relacionada con la formación de la pia madre y la aracnoides. La ectomeninge se diferencia en duramadre y una membrana externa superficial con propiedades osteogénicas

y condrogénicas, estas dos capas permanecen en estrecho contacto, excepto en las regiones en donde se están desarrollando los senos venosos.

El hueso y el cartilago del neurocráneo derivan de las células de la membrana más externa de la ectomeninge.

A) NEUROCRANEO CARTILAGINOSO O CONDROCRANEO.- Al principio, está constituido por la base cartilaginosa del cráneo en desarrollo, que se forma por fusión de varios cartilagos. A continuación la osificación endocondral de este condrocráneo constituye los huesos de la base del cráneo.

En la región basal del cráneo en desarrollo, el cartilago se deposita primero, pero más tarde es reemplazado en su mayor parte por hueso.

El cartilago aparece formando discretas regiones de condensaciones, que pueden reconocerse en el cráneo humano:

Una región paracordal en estrecha relación con la porción cefálica de la notocorda.

Cápsulas sensoriales cartilaginosas: auditiva, olfativa y posiblemente óptica.

Una región precordal o trabecular enfrente de la notocorda.

1.- REGION PARACORDAL.- Inmediatamente caudal a la hipófisis en la región de la porción más craneal de la notocorda, se establece la condricificación de la ectomeninge condensada, para formar una masa impar en forma de placa que se ubica primero entre la notocorda y el tronco cerebral. (Fig. 5-1).

Este es el cartilago paracordal o placa basal. Inmediatamente caudal a esta región, entre ella y el primer esclerotomo cervical, se desarrollan algo más temprano, cuatro somitas occipitales y de éstos, tres esclerotosos muy típicos (la somita más cefálica es muy rudimentaria y desaparece sin originar al miotomo

o esclerotomo). El mesénquima de estos tres esclerotomos occipitales continúa cranealmente con la condensación paracordal y lateralmente con la ectomeninge. La porción caudal de la placa basal representa la unión de tres o cuatro esclerotomos occipitales que se han unido al cráneo en los vertebrados que poseen más de diez nervios craneanos. Esta unión hace al nervio hipogloso, uno de los doce nervios craneanos.

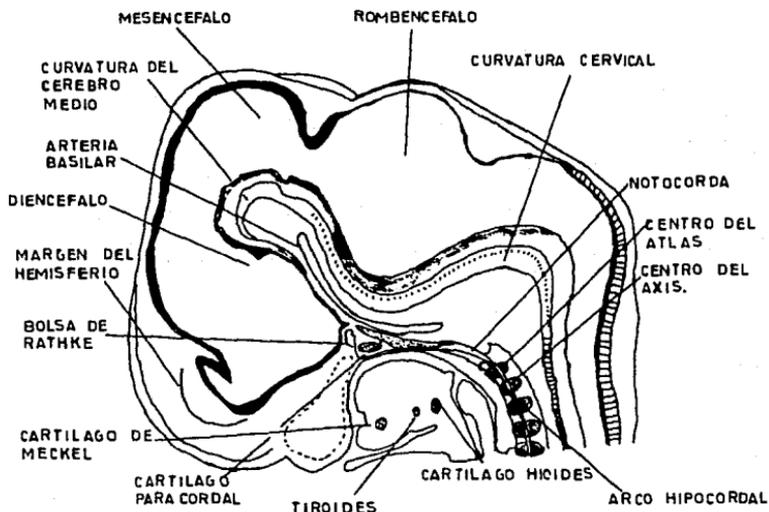


Fig. 5-1. Sección mediosagital a través de la extremidad cefálica de un embrión humano de 14 mm, que muestra las relaciones de la notocorda con los centros vertebrales y los cartílagos paracordales.

La condricificación se extiende desde el centro paracordal original, hacia atrás dentro de esta región occipital y lateralmente dentro de la ectomeninge, y en la región del agujero occipital, se extiende dorsalmente como techo occipital (tectum poste-

rioris), rodeando totalmente al tubo neural.

Más tarde en el cartilago tectal de los embriones de 25 mm de longitu, aparecen centros de osificación que al unirse se convierten en la porción supraoccipital, de la parte tubular del hueso occipital, por ejemplo la porción entre las líneas nucales superiores y el agujero occipital.

2.- REGION TRABECULAR.- En el mesénquima de la región basal enfrente de la hipófisis, aparecen pares de centros de condriificación (hay evidencias morfológicas y experimentales que sugieren que las trabéculas craneales se originan en el mesodermo de los arcos viscerales, y que se incorporan después al neurocráneo).

El par frontal es el trabeculae cranii y el otro par son los cartilagos hipofisarios polares que flanquean el conducto craneofaríngeo que representan el tracto de la bolsa de Rathke. En el hombre estos cuatro centros de condriificación se unen enseguida y se funden con el margen anterior de la placa basal. Hay ahora unas placas alargadas de cartilago que se extienden desde el frente del cráneo al borde anterior del agujero occipital. El cerebro descansa en la ranura longitudinal, poco profunda, longitudinalmente formada por esta placa, (Fig.5-2).

En la ectomeninge que cubre una parte ventrolateral del cerebro, aparecen dos cartilagos a cada lado; son estos el área orbitalis (órbitoesfenoides) y el ala temporalis (alis fenoides). El ala orbitalis se hace cartilago bien diferenciado que, por dos extensiones mediales alrededor del nervio óptico, se unen con la parte craneal de la placa basal formando el agujero óptico. Este cartilago se osifica después formando el ala menor del esfenoides.

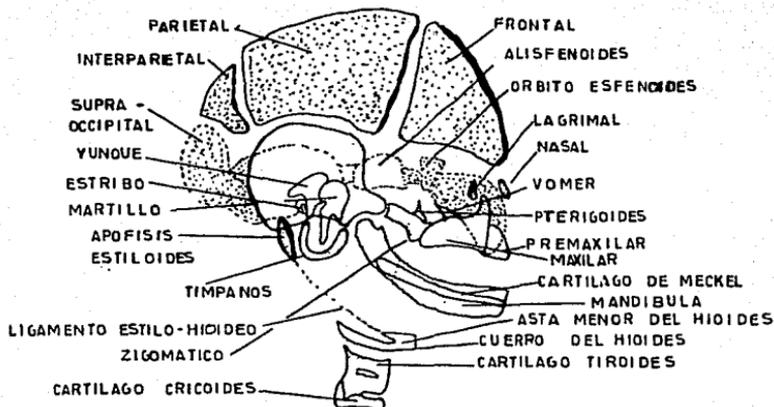


Fig. 5-2. Esquema de las relaciones de las partes del condrocra^oneo vistas desde su cara lateral. Neurocra^oneo, en punteado; viscerocr^oneo, en rayado.

El segundo cartilago ventrolateral, el ala temporalis, yace entre el ala orbitalis y la parte anterior de la cápsula ótica. Se deriva probablemente de una extensión superior, el proceso ascendente del cartilago pterigo-cuadrado, aunque en el hombre tiene un centro de condricación separado. En el hombre, el ala temporalis forma la mayor parte del ala mayor del esfenoide y está separada del ala orbitalis por el tercero, cuarto y sexto pares craneanos y la primera y segunda división del quinto par. La segunda división (maxilar) es incorporada posteriormente al ala y se ubica en un agujero separado, el agujero redondo. Posteriormente, el ala temporalis se separa de la cápsula ótica por la tercera división (mandibular) del V par y la arteria carótida interna. El nervio mandibular es incorporado al hueso y se ubica así dentro del foramen ovale.

3.- CAPSULAS SENSORIALES.- Cada otocisto se encuentra rodeado por mesodermo que se condrifica para formar la cápsula ótica. Cada cápsula se ubica lateral a la placa basal y en el desarrollo posterior se une con su margen lateral; esta fusión es incompleta y deja un agujero, el yugular, entre la extremidad posterior de la cápsula y las placas. La cápsula es atravesada medialmente por una abertura, para el pasaje de los pares craneales -- VII y VIII.

Esa abertura más tarde se convierte en el conducto auditivo interno.

En el mesodermo que rodea cada fosa olfatoria, se desarrolla una cápsula cartilaginosa.

Estas cápsulas se unen enseguida una con otra y con la porción anterior de los cartilagos trabeculares.

La cápsula óptica o esclerótica no se condrifica en el hombre y, en asociación con la movilidad completa de los ojos, no se une con el complejo cartilaginoso basal.

B) NEUROCRANEO MEMBRANOSO.- En la parte de la ectomeninge dorsal y lateral al cerebro en desarrollo, no hay condricación. En esta porción del neurocráneo, los huesos (frontal, parietales, porción interparietal del occipital y los temporales escamosos) aparecen como osificaciones intramembranas; algunos huesos más pequeños, como por ejemplo los nasales y lagrimales, se desarrollan también en membrana.

Ocurre osificación intramembranosa en el mesénquima que cubre cerebro, y forma la cúpula craneana.

Durante la vida fetal y lactancia, los huesos planos del cráneo se encuentran separados por membranas de tejido conectivo denso, o articulaciones fibrosas (suturas). También hay otras 6 áreas fibrosas grandes llamadas fontanelas.

La blandura de los huesos y sus conexiones flojas a nivel de las suturas permiten al cráneo sufrir cambios de forma, o -moldeo, durante el nacimiento. Esta estructura permite además, que el cráneo crezca con rapidez con el cerebro durante la infancia.

2.- VISCEROCRANEO.-

El viscerocráneo consiste principalmente en barras cartilaginosas de los arcos faríngeos. Este esqueleto cartilaginoso es suplido y en parte reemplazado por huesos dérmicos.

Las barras cartilaginosas del arco faríngeo se desarrollan en el mesodermo branquial, pero hay pruebas experimentales que indican que se derivan en partes del material de la cresta neural.

Una parte de las barras cartilaginosas se osifica, otra persiste a través de la vida en estado cartilaginoso, y otras partes están representadas en el adulto solo por su pericondrio, que forman ciertas estructuras ligamentosas.

En el hombre, los huesos de membranas (dérmicos) que suplantán al viscerocráneo cartilaginoso se restringe a los apéndices maxilar y mandibular del primer arco visceral.

A) VISCEROCRANEO CARTILAGINOSO.- Está constituido por esqueleto cartilaginoso de los tres primeros arcos faríngeos.

En los vertebrados generalmente hay tres pares de barras cartilaginosas, uno en cada uno de los arcos faríngeos, constituyendo esta porción del cráneo en desarrollo. Estas barras aparecen primero como condensaciones mesenquimatosas. Las extremidades dorsales de la primera y segunda barra de cada lado alcanzan la superficie interna del neurocráneo en la región ótica.

Las condensaciones mesenquimáticas del 3º, 4º, 5º y 6º arcos, se hallan solo en las porciones ventrales de las masas mesodérmicas faríngeas correspondientes y por lo tanto no participan en el desarrollo del condrocáneo.

La zona de condensación mesenquimática en el primer arco se condensa enseguida y luego esto ocurre gradualmente en los otros arcos.

La parte dorsal del primer arco (mandibular) crece desde la región óptica en desarrollo hacia el área olfatoria. Este es el proceso maxilar y forma un ángulo agudo, abierto hacia adelante, donde se une con el segmento ventral del mismo arco o proceso mandibular.

Como resultado de la formación del proceso maxilar la condensación mesenquimatosa que dará origen al primer cartilago de arco visceral, se dobla también, quedando la parte dorsal incluida en el proceso maxilar.

Parte de esta porción dorsal, en el proceso maxilar se condensa, formando una pequeña masa cartilaginosa que representa la barra pterigo-cuadrada de los vertebrados inferiores. La porción restante mucho mayor de la condensación mesenquimatosa del primer arco en el proceso mandibular se condensa para formar el cartilago de Méckel.

Las extremidades posteriores del cartilago pterigo-cuadrado y del de Méckel pueden ser continuas temporalmente, pero pronto se establece entre ellos una cavidad de unión. El cartilago producto de la condensación mesenquimatosa del segundo arco (cartilago de Reichert) se asocia dorsalmente con los cartilagos del primer arco y se articula con la porción posteromedial del cartilago pterigocuadrado, interponiéndose entre éste y la cápsula óptica cartilaginosa. La porción intermedia del cartilago de Mé-

ckel retrocede ahora y su vaina se torna ligamentosa, formando - el ligamento anterior del martillo y el ligamento esfenomandibular.

La porción dorsal, en contacto con el cartilago ptérigo-cuadrado, se reconoce ahora como el rudimento cartilaginoso definitivo del martillo, mientras que la porción ventral participa del desarrollo de la mandíbula.

Keith L. Moore dice: "Ocurre osificación intramembranosa -- dentro de la apófisis maxilar del primer arco branquial, o maxilar inferior, y forma el premaxilar, el maxilar, el cigomático y la escama del temporal (las escamas de los huesos temporales se convierten más adelante en parte del neurocráneo). El mesénquima del proceso maxilar inferior de este arco se condensa alrededor del primer arco cartilaginoso (cartilago de Méckel) y se somete a osificación intramembranosa para formar el maxilar inferior -- (ocurre cierta osificación endocondral en la extremidad anterior del maxilar inferior, a nivel de su cóndilo). Este cartilago desaparece en la parte ventral a la porción que forma el ligamento esfenomandibular. Así, el cartilago de Méckel no forma el maxilar inferior del adulto".

El propio cartilago ptérigo-cuadrado es el rudimento cartilaginoso del yunque.

La parte del cartilago del II arco que contacta con el yunque se separa del resto de esta barra cartilaginosa para formar los estribos que se interponen entre la cápsula ótica medialmente y el yunque lateralmente.

En el IV mes de la vida intrauterina se efectúa la osificación en el martillo cartilaginoso, yunque y estribo; siendo los primeros huesos que se osifican totalmente y que alcanzan casi - la totalidad del tamaño adulto, a los tres meses de vida intrauterina.

La porción de cartilago del II arco inmediatamente por debajo de los estribos se une con la cápsula ótica y se osifica luego para formar el apéndice estiloides, que se continúa con el ligamento estilohioideo que representa la vaina del cartilago del II arco, entre el apéndice estiloides y el cuerno menor del hueso hioideo. Este último, junto con la parte superior del cuerpo del hioideo es la extremidad ventral osificada del cartilago del II arco y está unida con su contrapartida del lado opuesto.

El cartilago del III arco se une con la extremidad ventral del cartilago del II arco correspondiente y a través de la línea media con los cartilagos de los arcos II y III del lado opuesto.

Al osificarse, el cartilago del III arco se convierte en el cuerno mayor y en la porción caudal del cuerpo del hueso hioideo.

La porción dorsal de los arcos IV, V y VI no se condriifica, quedando los cartilagos limitados a la región ventral donde se unen para formar los cartilagos laríngeos.

El IV y el V se convierten en el cartilago tiroideo, y el VI probablemente contribuye al cricoides. Los cartilagos arite--noideos, corniculado y cuneiformes tal vez se deriven de los cartilagos del IV y V arcos.

B) VISCEROCRANEO MEMBRANOSO.- En el espesor de los procesos maxilar y mandibular se forman los arcos de hueso membranoso rodeando a los cartilagos del primer arco faríngeo.

Ocurre osificación intramembranosa dentro de la apófisis maxilar del primer arco faríngeo, o maxilar inferior.

A cada lado de los procesos maxilares hay cuatro osificaciones de este tipo que forman el premaxilar, el maxilar, el malar y la porción escamosa del temporal. (Fig. 5-3).

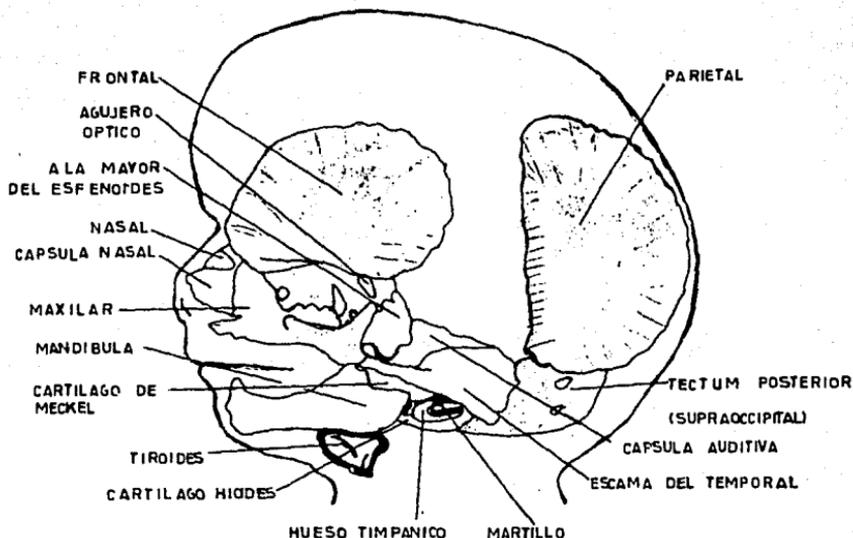


Fig. 5-3. Vista lateral del modelo del cráneo de un embrión humano de 80 mm.

El hueso más posterior, queda incluido en la pared del neurocráneo y se une con la porción externa de la cápsula ótica que se convierte en la porción petrosa del hueso temporal. En la parte interna del proceso maxilar y su extensión tectoseptal surgen más tarde osificaciones membranosas que forman el hueso palatino y el vómer y contribuyen a la lámina pterigoide.

El cartilago de Méckel aparece durante el segundo mes de la vida intrauterina, y es el precursor del mesénquima que se forma a su alrededor, y es causante del crecimiento del maxilar inferior.

En el proceso mandibular el hueso comienza a aparecer a los lados del cartilago de Méckel durante la séptima semana, y continúa hasta que la parte posterior se encuentra cubierta de -

hueso. La osificación cesa en el punto que será la espina de Spix. Dos huesos se forman en el lado externo del cartilago de Méckel: el más anterior, que aparece primero, se relaciona con la porción lateral de la porción ventral del cartilago y forma la mandíbula.

Primero aparece una pequeña espícula de hueso de membrana que al extenderse rodea parcialmente al cartilago de Méckel, excepto en la extremidad anterior del maxilar inferior, donde hay algo de osificación endocondral a nivel de su cóndilo.

En el extremo posterior de la mandíbula en desarrollo hay un crecimiento hacia arriba para formar la porción ascendente. Este porción se relaciona con la porción escamosa del temporal para formar una articulación diartrodial (sinovial) que es la articulación temporomandibular en la cual se desarrolla un disco articular fibrocartilaginoso. La porción ascendente de la mandíbula, se transforma en parte en cartilago antes de que ocurra la osificación.

El otro hueso de membrana del proceso mandibular se ubica lateralmente al cartilago del I arco y se transforma en el martillo. Este hueso membranoso es la placa timpánica y en el desarrollo ulterior se une con la porción escamosa del temporal y la cápsula ótica cartilaginosa.

Los huesos nasal y lagrimal se desarrollan también como osificaciones membranosas en estrecha relación con la cápsula nasal.

La parte restante del cartilago de Méckel formará el ligamento esfenomaxilar y la apófisis espínosa del esfenoides.

La parte del cartilago de Méckel encapsulada con hueso parece haber servido de férula para la osificación intramembranosa y se deteriora en su mayor parte.

La osificación del cartilago que prolifera hacia abajo co-

mienza hasta el cuarto o quinto mes de la vida. Existen pruebas de que la osificación final de este centro no sucede hasta el vi gésimo año de la vida.

VI.- DESARROLLO POSTNATAL DEL CRANEO, CARA Y ESTRUCTURAS BUCALES.

El crecimiento de la cara y del cráneo, inmediatamente después del nacimiento, es continuación directa de los procesos embrionarios y fetales.

Los cambios que se producen no parecen ser uniformes y no ocurren simultáneamente (crecimiento diferencial) ya que están bajo el control de factores genéticos intrínsecos, locales y epigenéticos generales. Se desconoce exactamente cómo trabajan estos factores por separado y en conjunto. La bóveda del cráneo y la cara crecen a ritmos diferentes.

Limborgh cree que todas las sincondrosis cierran entre el segundo y cuarto año de la vida, con excepción de la sincondrosis esfenoccipital, que cierra cerca del decimoséptimo año. El crecimiento del cráneo y el esqueleto de la cara, principalmente intramembranoso, prosigue hasta el vigésimo año de la vida, principalmente a través del crecimiento de las suturas y del periostio. El crecimiento se lleva a cabo primero en la cabeza, después en la anchura de la cara y al final en longitud o profundidad de la cara.

1.- CRECIMIENTO DEL CRANEO

El crecimiento del cráneo es muy complicado, tanto por su anatomía, sus orígenes ontogenéticos y filogenéticos, como por sus múltiples funciones. Vemos, pues, que el crecimiento de la bóveda del cráneo está ligado al crecimiento del cerebro. La base endocondral se ve menos afectada por el crecimiento del cerebro. Además, debemos de tomar en cuenta que el hueso crece en la

dirección de menor resistencia; los tejidos blandos dominan el crecimiento de los huesos.

Al nacer, el cráneo del niño contiene aproximadamente 45 elementos óseos, separados por cartilago o tejido conectivo. En el adulto se reducen a 22 huesos, después de terminada la osificación: 14 se encuentran en la cara y los 8 restantes forman el cráneo.

En el recién nacido, el cráneo es 8 ó 9 veces mayor que la cara, y ésta constituye la cuarta parte de la altura total del esqueleto. Debido al patrón hereditario y ritmos de crecimiento diferenciales, en el adulto la cara sólo constituye la mitad del tamaño del cráneo y la cabeza se reduce hasta la octava parte de la altura total del cuerpo.

El crecimiento de cualquier parte del cráneo está coordinado con el crecimiento de las partes restantes. El patrón original del esqueleto se conserva, con el centro biológico fijo situado en el cuerpo del hueso esfenoideos.

Moss afirma que el crecimiento de los componentes esqueléticos, ya sea endocondral o intramembranoso, depende principalmente del crecimiento de las matrices funcionales (dominio de las estructuras no óseas del complejo craneofacial sobre las porciones óseas).

Las sincondrosis son centros primarios de crecimiento y el crecimiento sutural es secundario. Si no crece el cartilago, no hay crecimiento sutural ni proliferación de tejido conectivo.

Enlow ha demostrado que el desmocráneo (bóveda del cráneo membranosa) cambia mucho más que el condocráneo (base endocondral) durante el crecimiento normal.

El crecimiento del cráneo, para fines didácticos puede ser dividido en crecimiento de la bóveda del cráneo; y el crecimien-

to de la base del cráneo, que divide el esqueleto craneofacial.
que divide el esqueleto craneofacial.

A) CRECIMIENTO DE LA BASE DEL CRÁNEO.- La base del cráneo -
crece primordialmente por crecimiento cartilaginoso en las sin-
condrosias esfenoesmoidal, interesfenoidal, esfenooccipital e in-
traoccipital.

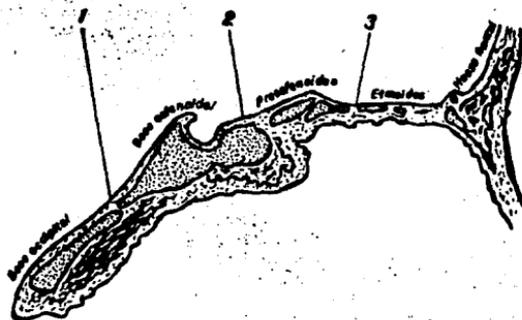


Fig.6-1. Sitios de crecimiento de la base del crá-
neo. 1, Sincondrosia esfenooccipital. 2, Sincon-
drosia interesfenoidal. 3, Sincondrosia esfenoes-
moidal.

La actividad en la sincondrosia interesfenoidal desaparece
en el momento de nacer. La sincondrosia intraoccipital se cierra
en el tercero o quinto año de la vida.

En la sincondrosia esfenooccipital, que es uno de los cen-
tros principales, la osificación endocondral termina hasta el vi-
gésimo año de la vida, y según Koski, esta sutura tal vez exista
como medio para ajustar la base del cráneo a las necesidades del
cerebro en crecimiento y a la zona respiratoria superior.

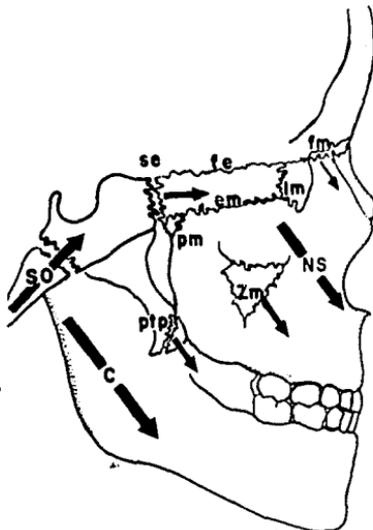
Según algunos autores, la sincondrosis esfenotmoidal y el cartilago entre los huesos etmoides y frontal son también importantes. Además, existe el crecimiento propio del hueso frontal, que aumenta su grosor a través de la neumatización y creación — del seno frontal.

El momento exacto del cierre de la sincondrosis esfenotmoidal se desconoce y se ha dicho que lo hace desde los 5 hasta los 25 años de edad. Parece ser que su mayor contribución al crecimiento es cuando erupciona el primer molar permanente. La investigación más reciente indica que el crecimiento o falta de crecimiento en la sincondrosis esfenotmoidal puede tener importancia en la rehabilitación del paladar hendido.

La base del cráneo influye también en el crecimiento de los maxilares. La localización de la sincondrosis y suturas maxilares y el dominio del hueso endocondral sobre el hueso intramembranoso parece explicar algunos de los cambios que se producen en el maxilar superior.

La base del cráneo posiblemente también influye en el crecimiento de la bóveda craneal.

Fig. 6-2. Direcciones de crecimiento de la base del cráneo y las suturas de la cara, con el efecto de la "V en expansión" resultante al desplazarse hacia adelante la porción craneal y la porción facial hacia abajo y adelante. SO, S. esfenooccipital. NS, tabique nasal. se, sutura esfenotmoidal. ptp, sutura pterigopalatina. pm, sutura palatomaxilar. fe, sutura frontoetmoidal. em, sutura maxiloetmoidal. lm, sutura lacrimomaxilar. fm, sutura frontomaxilar.



B) CRECIMIENTO DE LA BOVEDA DEL CRANEO (DESMOCRANEO).— El cráneo crece porque el cerebro crece. Este crecimiento es acelerado durante la infancia, al grado que al finalizar el quinto año de la vida, la cápsula cerebral o bóveda del cráneo ha alcanzado más del 90% de su crecimiento total.

El aumento de tamaño ocurre bajo la influencia del cerebro en expansión y es debido principalmente por la proliferación y osificación de tejido conectivo sutural, y por el crecimiento por aposición de los huesos individuales que forman la bóveda del cráneo.

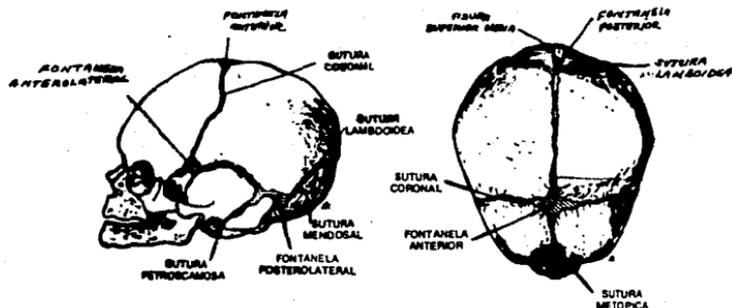


Fig. 6-3. Fontanelas, fisuras y suturas en el cráneo del recién nacido.

Los huesos de la bóveda craneana se encuentran incluidos dentro de una cápsula neurocraneal que crece como respuesta al aumento volumétrico de la matriz capsular neural. Los huesos incluidos son llevados pasivamente hacia afuera por los procesos de crecimiento de traslación. Los procesos de transformación periósticos agregan hueso a los márgenes de las suturas, pero se trata de mecanismos de compensación secundarios y no primarios.

Al principio de la vida postnatal ocurre resorción selectiva en las superficies internas de los huesos del cráneo para ayudar a aplanarlos al crecer. Ocurre aposición tanto en la tabla interna como en la tabla externa de los huesos del cráneo al engrosar, desarrollándose así el diploe; ese engrosamiento no es uniforme ya que la tabla interna está sujeta a influencias del cerebro en crecimiento y la tabla externa a ciertas influencias mecánicas.

El recién nacido tiene separado el hueso frontal por la sutura metópica y carece de seno frontal. El hueso esponjoso que se localiza entre las tablas externas es reemplazado por el seno frontal en desarrollo. Benninghoff y otros atribuyen la neummatización del cráneo y el desarrollo de rebordes y eminencias a tensiones posturales y funcionales.

La bóveda del cráneo aumenta en anchura principalmente por la osificación de "relleno" de la proliferación del tejido conectivo en las suturas frontoparietal, lambdoidea, interparietal, parietoesfenoidal y parietotemporal. Ocurre traslación, remodelado de los huesos individuales y las estructuras son desalojadas hacia afuera por el cerebro en crecimiento. La sutura sagital entre los huesos parietales cierra a mediados de la tercera década de la vida.

La bóveda cerebral crece en longitud primordialmente por el crecimiento de la base del cráneo con actividad en la sutura coronaria.

El aumento en altura se debe principalmente por la actividad de las suturas parietales, junto con las estructuras óseas contiguas occipitales, temporales y esfenoidales.

La anchura en milímetros de la cabeza en los primeros nueve meses antes del nacimiento son 100 mm; al final de los 6 meses, 50 mm; de los 6 a los 12 meses 20 mm; de 1 a 2 años crece 9 mm;

de 2 a 3 años, 1.5 mm y de los 3 a los 14 años crece aproximadamente 0.5 mm por año.

CRECIMIENTO DE LA BOVEDA DEL CRÁNEO SEGUN DAVENPORT:

Nacimiento	63%
6 meses	76%
1 año	82%
2 años	87%
3 años	89%
5 años	91%
10 años	95%
15 años	98%

El cráneo alcanza el tamaño adulto antes que la cara. El crecimiento en profundidad del cráneo es más rápido que el crecimiento en anchura y altura.

B) CRECIMIENTO DEL ESQUELETO DE LA CARA.- Scammon y colaboradores afirman que el neurocráneo se ajusta al cuadro de crecimiento neural. La porción inferior de la cara (esplancocráneo) se aproxima más al crecimiento del cuerpo en general.

La base del cráneo no depende totalmente del crecimiento -- del cerebro y puede poseer algunos factores genéticos intrínsecos, así como un patrón de crecimiento similar en algunas dimensiones al crecimiento de la cara.

La cara emerge de debajo del cráneo por crecimiento diferencial. La dentición es desplazada hacia adelante por el crecimiento craneofacial. La porción superior de la cara, bajo la influencia de la inclinación de la base del cráneo, se mueve hacia arriba y hacia adelante; la porción inferior de la cara se mueve ha-

cia abajo y hacia adelante, como una "V en expansión". Este patrón divergente permite el crecimiento vertical de los dientes durante la erupción dental y proliferación del hueso alveolar.

1.- MAXILAR SUPERIOR.- El complejo maxilar se encuentra unido a la base del cráneo, y por lo tanto, se ve influenciado por el desarrollo de aquélla. La posición del maxilar superior depende del crecimiento de la síncondrosis esenooccipital y esenoetmoidal.

El crecimiento del maxilar superior es intramembranoso. Los mecanismos para ese crecimiento son: proliferaciones de tejido conectivo sutural, osificación, aposición superficial, resorción y traslación.

El maxilar superior está unido parcialmente al cráneo por las suturas: frontomaxilar, cigomaticomaxilar, cigomaticotemporal y pterigopalatina; el crecimiento en estas suturas desplaza al maxilar superior hacia abajo y hacia adelante (o el cráneo hacia arriba y hacia atrás).

Es probable que el crecimiento endocondral de la base del cráneo y el crecimiento del tabique nasal dominen la reacción de los huesos membranosos y estimulen el crecimiento del complejo maxilar hacia abajo y hacia adelante.

La cabeza es una estructura compuesta, con un gran número de funciones relativamente independientes: olfato, respiración, visión, digestión, habla, audición, equilibrio e integración neural. Cada función es realizada por un grupo de tejidos blandos apoyados o protegidos por elementos esqueléticos. Los tejidos blandos y los elementos esqueléticos que en conjunto efectúan una función se denomina unidad esquelética. La totalidad de los tejidos blandos asociados con una sola función se denomina matriz funcional.

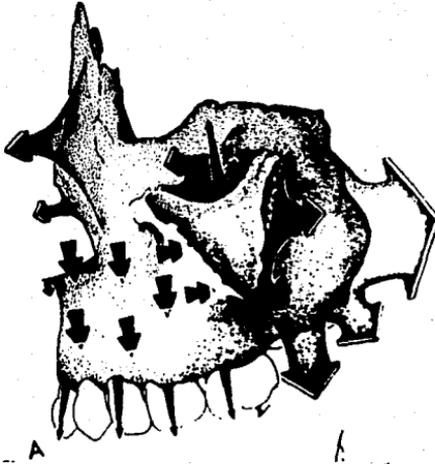


Fig.6-4. Nos muestra el crecimiento y modelado del maxilar superior. Esto exige un complicado patrón de aposición y resorción.

Puede comprobarse que el origen, el crecimiento y el mantenimiento de la unidad esquelética dependen casi exclusivamente de su matriz funcional relacionada, por ejemplo, para que se desarrolle la cavidad de la órbita, parece ser indispensable el crecimiento del globo ocular. Los huesos buconasomaxilares se encuentran incluidos en una cápsula bucofacial.

Los huesos de la cara son llevados pasivamente hacia afuera (hacia abajo, adelante y a los lados) por la expansión primaria de las matrices bucofaciales (orbital, nasal y bucal). Se efectúa también el crecimiento esencial de los senos y los mismos espacios, que realizan funciones importantes. Como resultado, los cambios maxilares en los componentes esqueléticos son, por lo tanto, secundarios, compensatorios y mecánicamente obligatorios.

El movimiento pasivo hacia adelante del maxilar superior es compensado continuamente por las aposiciones en la tuberosidad - del maxilar y en las apófisis palatinas de los huesos maxilar superior y palatino.

El complejo maxilar crece en altura por aposición continua de hueso alveolar sobre los márgenes libres del reborde alveolar al erupcionar los dientes.

Al descender el maxilar superior, prosigue la aposición ósea en el piso de la órbita, con resorción concomitante en el piso de las fosas nasales y aposición ósea en la superficie inferior palatina.

Algunos autores creen que el maxilar superior crece en anchura (hacia los lados) por actividad en la sutura palatina media, pero esta sutura cierra a temprana edad. Otras suturas activas son la etmoidal, cigomática, lagrimal y nasal. Una zona para actividad de "relleno" es la unión del maxilar superior con las divergentes apófisis pterigoides.

El maxilar superior alcanza su máxima amplitud a temprana edad, por su íntima relación con la base del cráneo y porque se ajusta a la curva de crecimiento neural, que también termina a temprana edad; contrastando con su crecimiento hacia abajo y hacia adelante, siguiendo la curva de crecimiento general.

Enlow y Bang resumen los conocimientos actuales acerca del crecimiento y desarrollo del maxilar superior como sigue:

- Al aumentar de tamaño el maxilar superior, sus diversas partes y regiones ocupan nuevas posiciones. Ese desplazamiento es para mantener la forma constante y posición relativa (ajuste estructural).
- El movimiento hacia abajo y hacia adelante es el resultado del crecimiento llevado a cabo en dirección posterior, con la co

responsiente reposición de todo el hueso en dirección anterior. Este patrón de crecimiento es una de las adaptaciones a la presencia de dientes, y hace posible el alargamiento de la arcada dentaria en sus extremos (distales) libres. Ese crecimiento permite un aumento progresivo en el número de dientes que sólo puede ocurrir en los extremos posteriores de la arcada dentaria. Ocorre también remodelación.

-El crecimiento no sólo ocurre en las partes posteriores y superiores, sino que el hueso también crece en forma complicada en otras direcciones y en diferentes partes del maxilar superior. Así, la cara aumenta su tamaño por una serie de movimientos de crecimiento específicos en diversas partes, que van aumentando las dimensiones del maxilar superior en varias direcciones.

-Las aposiciones óseas sobre el margen posterior de la tuberosidad del maxilar, aumentan la longitud de la arcada dentaria y agrandan las dimensiones anteroposteriores de todo el cuerpo del maxilar superior. Con este aumento, hay movimiento progresivo de toda la apófisis cigomática en dirección posterior para mantenerse en relación con el resto del maxilar superior.

- El hueso malar también se mueve hacia atrás mediante combinación de resorción de sus superficies anteriores y aposición a lo largo de su borde posterior.

-La cara aumenta en anchura por aposición de hueso sobre la superficie lateral del arco cigomático conjuntamente con resorción de su superficie media.

-El piso de la órbita está orientado hacia arriba, hacia un lado y ligeramente hacia adelante y la deposición superficial provoca el crecimiento en esas tres dimensiones.

-La corteza ósea que cubre la superficie interna de la cavidad nasal es resorbida del lado del periostio, mientras que el lado del endostio recibe deposiciones simultáneas de hueso nuevo.

-Las epífisis palatinas crecen hacia abajo por deposición superficial sobre el lado bucal de la corteza palatina y resorción del lado nasal, así como de las superficies labiales del periostio del arco maxilar anterior.

-La zona premaxilar crece hacia abajo, por resorción del lado del periostio de la corteza labial, que se orienta en dirección opuesta a la dirección del crecimiento. Hay aposición en la corteza con endostio y superficie perióstica de la corteza lingual.

Debido a estos complejos movimientos, ocurren ajustes en la posición de los dientes.

Se ha sugerido que la gran variedad de procesos de remodelado, asociados con el crecimiento del maxilar superior y del inferior, contribuyen a los cambios por la edad característicos de la cara humana.

El papel del tabique nasal sobre el dominio del crecimiento vertical de la cara aún es motivo de discusión.

Savara y Singh confirman que el mayor aumento del maxilar superior es en altura, después en profundidad y finalmente en anchura.

El crecimiento en anchura se realiza relativamente temprano sin diferencia de sexo. El crecimiento hacia abajo y hacia adelante está ligado al sexo; en los varones se presenta uno o tres años después que en las niñas.

Estudios cefalométricos demuestran el dominio del crecimiento vertical sobre el crecimiento horizontal del maxilar superior en las últimas etapas, en ambos sexos, lo que contrasta con los cambios de dirección del maxilar inferior, como se explicará más adelante.

2.- MAXILAR INFERIOR.- Al nacer, las dos ramas del maxilar inferior son muy cortas, el desarrollo condilar es mínimo y casi no existe eminencia articular en las fosas articulares. En la — porción media de la sínfisis hay una capa delgada de fibrocartilago y tejido conectivo. El cartilago de la sínfisis es reemplazado por hueso entre los cuatro meses y el final del primer año de edad. Durante el primer año de vida, el crecimiento por aposición es muy activo en el reborde alveolar, en la superficie distal superior de las ramas ascendentes, en el cóndilo y a lo largo del borde inferior del maxilar inferior y sobre sus superficies laterales.

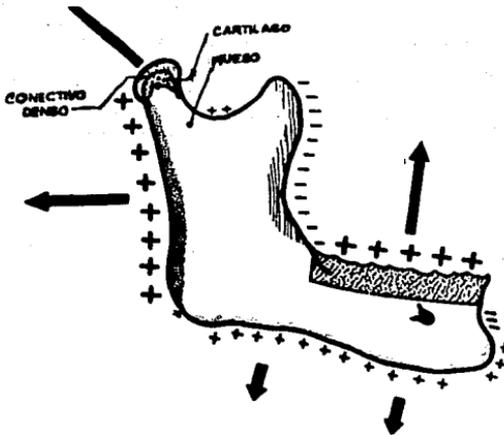


Fig. 6-5. Nos señale el mecanismo extraordinario de crecimiento del maxilar inferior, como resultado de aposición y resorción ósea, así como de proliferación intersticial.

a) CRECIMIENTO DEL CONDILO.- Sicher y Weinmann apoyan su concepto de que el cóndilo es el principal centro de crecimiento del maxilar inferior. El cartilago hialino condilar difiere

de todos los demás cartilagos articulares del organismo porque - se encuentra cubierto por una capa densa y gruesa de tejido fibroso conectivo, que le permite crecer mediante dos mecanismos: por proliferación intersticial en la placa epifisial del cartilago, y su reemplazo por hueso, y por aposición de cartilago bajo el recubrimiento fibroso que protege al cóndilo de las presiones constantes propias de su función.

Para los autores que apoyan la tesis de la matriz funcional el crecimiento condilar es considerado como una reacción secundaria "de relleno". Koski, después de efectuar varios experimentos con trasplantes de cóndilos en ratas, escribe: "Parece ser - que la presencia de la porción osificada de la rama ascendente - es necesaria para que funcione el cartilago condilar como centro de crecimiento en forma limitada".

Varios investigadores más refutan los conceptos de Sicher y Weinmann, viendo que en una joven sometida a condilectomía, continuaba el crecimiento del maxilar inferior hacia abajo y hacia adelante, traslación basal del maxilar inferior y aumento de altura vertical, lo cual indica que el cóndilo realmente no es el factor que controla el desarrollo del maxilar inferior. Los cóndilos no son pues, el sitio principal de desarrollo del maxilar inferior, sino centros secundarios con potencial de crecimiento por compensación.

En conclusión, actualmente nos encontramos en mejor posición de demostrar lo que no es el crecimiento del maxilar inferior, que lo que es, por lo tanto, no podemos precisar porqué - crece el maxilar inferior.

Los aparatos ortopédicos pueden guiar el crecimiento del maxilar inferior, redirigirlo e interferir específicamente el crecimiento del hueso alveolar.

Como ya se dijo antes, no podemos precisar porqué crece el maxilar inferior, pero sí podemos describir cómo crece y cambia.

Después del primer año de vida extrauterina, el crecimiento del maxilar inferior se vuelve más selectivo.

El cartilago condilar crece hacia arriba y hacia atrás desplazando al maxilar inferior hacia abajo y hacia adelante en un movimiento compensatorio.

En la rama ascendente el crecimiento es muy activo, puesto que mientras se lleva a cabo aposición ósea en su borde posterior, ocurre reabsorción en su borde anterior, alargando así el reborde alveolar y conservando la dimensión anteroposterior de la rama ascendente.

El cuerpo del maxilar inferior conserva una relación angular constante con la rama ascendente toda la vida. El cuerpo mandibular crece a lo largo principalmente por aposición ósea en su parte posterior; casi no hay aposición ósea en la parte inferior, pero sí hay aposición ósea y reabsorción en las superficies bucal y lingual, lo cual significa que hay remodelación y aumento de espesor del cuerpo mandibular.

La mandíbula se une prematuramente en la sínfisis y ahí no ocurre crecimiento.

Las partes de la mandíbula de mayor crecimiento son la rama ascendente y el cóndilo.

El crecimiento continuo del hueso alveolar con la dentición en desarrollo aumenta la altura del cuerpo del maxilar inferior. Los rebordes alveolares crecen hacia arriba y hacia afuera, permitiendo así que los dientes permanentes de mayor tamaño se acomodan. Al irse remodelando la mandíbula, van cambiando sus angulaciones (el ángulo formado por el cuerpo y rama ascendente aumenta).

La musculatura influye en el desarrollo de la morfología y

tamaño característicos del maxilar inferior. Scott divide el maxilar inferior en tres tipos básicos de hueso:

- 1) BASAL.- Cimiento central a manera de tubo que corre del cóndilo a la sínfisis. Sirve a manera de protección para el conducto mandibular (concepto de nervio descargado).
- 2) MUSCULAR.- (ángulo gonial y apófisis coronoides). Está bajo la influencia del masetero, pterigoideo interno y temporal. En estas zonas la función muscular determina la forma final del maxilar inferior.
- 3) ALVEOLAR.- Su integridad depende de la presencia de dientes. Cuando los dientes se pierden, ya no hay uso del hueso alveolar y es resorbido poco a poco. Biggerstoff demuestra que cuando un diente es trasplantado, hace crecer o cultiva su propio hueso alveolar a su alrededor.

Parece ser que la porción más constante del maxilar inferior es el arco que va del agujero oval al agujero mandibular y al agujero mentoniano.

Según Moss, el crecimiento del maxilar inferior parece ser una combinación de los efectos morfológicos de las matrices capsulares y periósticas. El crecimiento de la matriz capsular hace que se expanda toda la cápsula que envuelve al maxilar inferior, causando su traslación pasivamente a posiciones nuevas sucesivas. Las matrices periósticas responden a esa expansión volumétrica causando crecimiento del maxilar inferior. Esto exige la alteración directa de tamaño y forma de las unidades microesqueléticas. La suma de la traslación, más cambios en la forma, comprenden la totalidad del crecimiento del maxilar inferior.

El crecimiento mandibular hacia abajo y hacia adelante sigue una curva de crecimiento normal: crecimiento precipitado temprano, disminución durante la etapa de la dentición mixta, inten-

siificándose durante la pubertad, según ha sido demostrado por Woodside. El crecimiento mandibular en anchura, que se realiza a temprana edad en el niño, muestra menos cambio total que el crecimiento vertical y la dirección anteroposterior, en las que el cambio es significativo.

Parece ser que los momentos de gran crecimiento están ligados al sexo. Los mayores incrementos del crecimiento son a los tres años de edad; el segundo momento de intenso crecimiento es de los 6 a los 7 años de edad en niñas y de los 7 a los 9 en niños. El tercer período es de los 11 a los 12 en las niñas, y de 14 a 15 años en los niños. En los niños casi siempre se presentan dos o tres períodos de crecimiento, mientras que en las niñas casi siempre presentan sólo dos etapas de crecimiento intenso. Muy pocas niñas presentan una etapa de crecimiento intenso durante la dentición mixta; todas presentan esta etapa de crecimiento durante la pubertad.

La anchura intercanina, en el maxilar inferior se logra casi en su totalidad a los 9 o 10 años de edad, en ambos sexos.

En el maxilar superior, la totalidad de la anchura intercanina se logra a los 12 años en niñas, pero continúa creciendo hasta los 18 años en los varones.

Ambos maxilares (superior e inferior) crecen hacia abajo y hacia adelante más rápidamente que el cráneo después del quinto o sexto año de edad.

VII.- DESARROLLO DE LOS DIENTES Y ESTRUCTURAS ASOCIADAS.

LAMINA DENTARIA.- Durante la 6a semana o sexta y media semana de la vida fetal, cuando el embrión mide 11 mm, se observa el primer signo de desarrollo dentario.

En esta etapa, el ectodermo bucal está formado por una capa basal de células cilíndricas y otra superficial de células aplanadas. El epitelio se encuentra separado del mesénquima subyacente por una membrana basal.

Algunas células ectodérmicas de la capa basal del estomodeo comienza a proliferar, originando un engrosamiento del epitelio en la región del futuro arco dentario y se extiende a lo largo de todo el borde libre de los maxilares.



Fig. 7-1. Cavidad del estomodeo (S) revestida de ectodermo (SE). Lámina dental (DL) que se está introduciendo en el mesénquima (M).

Al continuar la actividad mitótica, el epitelio crece dentro del mesénquima adyacente. Al mismo tiempo, progresa la parte posterior del estomodeo. Aproximadamente en una semana se han formado dos bandas anchas y sólidas de epitelio, las láminas dentales, en el mesénquima, formando dos arcos (superior e inferior).

Esta lámina, al ir creciendo va seccionándose en tantas unidades como dientes componen una arcada.

El desarrollo dentario es un proceso continuo, pero para fines didácticos, se divide el proceso de desarrollo del diente en 5 etapas:

- 1.- PRIMORDIAL (botón)
- 2.- CASQUETE
- 3.- CAMPANA
- 4.- APOSICIONAL
- 5.- ERUPCION

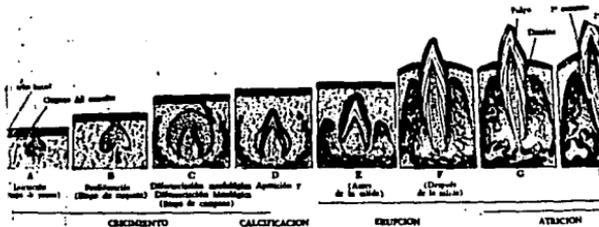


Fig. 7-2. Ilustración esquemática del ciclo vital del diente.

1.- ETAPA PRIMORDIAL.- YEMAS DENTARIAS.- Poco después de la formación de las láminas dentales, se forman en cada maxilar excrecencias redondas u ovoideas (primordios dentales) en diez puntos diferentes, que corresponden a la posición futura de los dientes deciduos y que son los esbozos de los órganos dentarios, o yemas dentarias.

Los botones dentales inferiores aparecen primero (séptima semana) y los superiores unos días más tarde. En la octava semana, ya se han formado todos los primordios de ambas láminas.

La lámina dentaria es poco profunda y frecuentemente los cortes microscópicos muestran las yemas muy cerca del epitelio bucal.

La yema dentaria consta de tres partes:

- 1) El órgano dentario, derivado del ectodermo bucal. Produce el esmalte.
- 2) Una papila dentaria, proveniente del mesénquima. Origina a la pulpa y a la dentina.
- 3) Un saco dentario, derivado también del mesénquima. Forma el cemento y el ligamento periodontal.

El epitelio odontógeno no solamente produce el esmalte, sino que también es indispensable para la formación de la dentina.

2.- ETAPA DE CASQUETE.- Está caracterizada por una invaginación poco marcada en la superficie profunda de la yema.

Las células del primordio se multiplican. El mesénquima de la parte inferior del primordio se incluye profundamente en el germen dental formando un centro cónico (papila dental), futura pulpa dental.

Las células no tienen al mismo tamaño ni la misma forma y mediante el análisis histológico se observan cuatro áreas diferentes:

- 1.- Una capa de células cilíndricas bajas que reviste a la papila dental.
- 2.- Una capa de células cuboides que forman la cubierta interna del casquete.
- 3.- Muchas células polimorfas que forman la protuberancia o centro.
- 4.- Varias capas de células poligonales situadas por encima de las células de revestimiento de la papila dental.

Las células del centro del órgano comienzan a separarse por aumento del líquido intercelular y adquieren forma reticular ramificada (retículo estrellado).

El líquido mucoso que las separa es rico en albúmina, lo que imparte al retículo estrellado consistencia acojinada que -- después sostiene y protege a las delicadas células formadoras -- del esmalte.

A medida que el casquete se desarrolla hay un aumento en la actividad mitótica local en la superficie inferior del centro -- del órgano dentario que forma el nódulo del esmalte. Al mismo -- tiempo se origina en el órgano dentario, que ha estado creciendo en altura, una extensión vertical del nódulo del esmalte, llamada cordón de esmalte. El nódulo del esmalte y el cordón de esmalte desaparecen antes de comenzar la formación del esmalte.

El mesénquima, parcialmente encerrado por la porción invaginada del epitelio dentario interno, comienza a multiplicarse bajo la influencia organizadora del epitelio proliferante del órgano dentario. Se condensa para formar la papila dentaria, que es el órgano formador de la dentina y el esbozo de la pulpa. Los cambios en la papila dentaria ocurren simultáneamente al desarrollo del órgano dentario epitelial. La papila dentaria muestra gemación activa de capilares y mitosis, y sus células periféricas,

contiguas al epitelio dentario interno, crecen y se diferencian después hacia odontoblastos.

Simultáneamente al desarrollo del órgano y la papila dentarios, ocurre condensación marginal en el mesénquima que los rodea desarrollándose gradualmente una capa más densa y más fibrosa, que es el saco dentario primitivo.

El órgano dentario epitelial, la papila dentaria y el saco dentario son los tejidos formadores del diente y su ligamento periodontal.

3.- ETAPA DE CAMPANA.- La actividad mitótica continúa, agrandándose poco a poco el casquete hasta que el órgano del esmalte adquiere forma de campana que consta de cuatro capas:

- Una capa simple de células internas del esmalte (preameloblastos) que se diferencian rápidamente en ameloblastos, adyacente a la papila dental, es llamada frecuentemente epitelio dentario interno. Miden de 4 a 5 micras de diámetro y 40 micras de alto aproximadamente. Estas células ejercen influencia organizadora sobre las células mesenquimatosas subyacentes, que se diferencian hacia odontoblastos.
- El estrato intermedio está formado por varias capas de células escamosas redondas o planas que parecen ser esenciales para la formación del esmalte. Los espacios intercelulares son pequeños y están llenos de microvellosidades.
- El retículo estrellado se va expandiendo más, principalmente por el aumento del líquido intercelular. Está constituida por células estrelladas (con prolongaciones largas que se anastomosan con las vecinas), fusiformes y otras más que forman la masa o centro del órgano del esmalte. Antes de comenzar la formación del esmalte, el retículo estrellado se retrae a causa de la pérdida de líquido intercelular.

- La superficie esterna está cubierta por las células externas del esmalte, aplanadas, hasta adquirir forma cuboidea baja. Al final de la etapa de campana, antes de la formación del esmalte y durante su formación, la superficie previamente lisa del epitelio dentario externo, se dispone en pliegues. Entre los pliegues del mesénquima adyacente, el saco dentario forma papilas que contienen esas capilares que proporcionan un aporte nutritivo rico para la actividad metabólica intensa del órgano avascular del esmalte.

El extremo más profundo del órgano del esmalte se llama asa cervical y está constituida solamente por dos capas de células: células internas y células externas del esmalte.

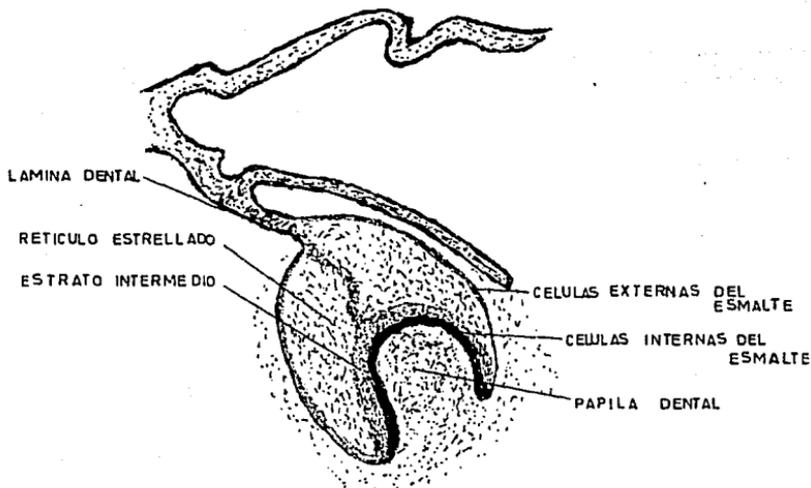


Fig. 7-3. Dibujo que nos muestra las cuatro capas del órgano del esmalte.

Las primeras células que se diferencian son las de la cresta del órgano del esmalte, siendo por lo tanto, las primeras células que producen esmalte. Son seguidas por las de los lados y las células del asa cervical.

Como las primeras células que se vuelven activas tienen un período formador de esmalte más largo, el esmalte es más grueso en el área incisiva y en las cúspides que en el cuello del diente o en la base de las cúspides.

Antes que el epitelio dentario interno comience a producir esmalte, las células periféricas de la papila dentaria mesenquimatosa se diferencian hacia odontoblastos bajo la influencia organizadora del epitelio. Primero tienen forma cuboidea y después cilíndrica y adquieren potencialidad específica para producir dentina.

La membrana basal que separa al órgano dentario epitelial de la papila dentaria, inmediatamente antes de la formación de la dentina, se llama membrana preformadora.

Antes de comenzar la formación de los tejidos dentales, el saco dentario muestra disposición circular de sus fibras y parece una estructura capsular. Al desarrollarse la raíz, se diferencian en fibras periodontales que quedan incluidas en el cemento y en el hueso alveolar.

4.- ETAPA APOSICIONAL.- El órgano del esmalte sufre varios cambios preparatorios al período amelogénico. Las células externas del esmalte de la cresta se vuelven discontinuas, permitiendo la entrada de otras células, fibrillas colágenas y vasos sanguíneos del tejido conectivo del saco dental que las rodea. La substancia intercelular del retículo estrellado se ve apartada por los vasos sanguíneos que avanzan. El estrato intermedio permanece más o menos igual.

Los ameloblastos adquieren altura máxima y los organelos se polarizan quedando el núcleo en el tercio de la célula cercano al estrato intermedio; el aparato de Golgi y el retículo endoplásmico ocupan la mayor parte del tercio medio; y el tercio de la célula que queda frente a la papila se llena casi por completo de grandes vesículas secretorias.

La amelogénesis empieza poco después de que se ha formado la primera dentina.

La producción de la matriz del esmalte (substancia intercelular) ocurre en tres fases:

- 1) La secreción de la substancia intercelular ocurre en los espacios intercelulares laterales en los extremos de los ameloblastos. Esto comprime los extremos de la célula que se llaman ahora procesos de Tomes, de 4 micras de largo aproximadamente.
- 2) Los ameloblastos y células que quedan por encima de ellas se mueven hacia atrás, dejando detrás de sí depresiones en forma de panal de abeja que llenan con substancia intercelular a medida que regresan.
- 3) Fase inicial de calcificación. Se depositan cristales de apatita como cintas a lo largo de la armazón de fibrillas de substancia intercelular.

Estas tres fases se repiten cada 24 horas y el depósito diario produce un aumento de esmalte de 4 micras de grosor, por lo tanto, cada ameloblasto produce un prisma de esmalte compuesto por agregados de 4 micras de grosor. La amelogénesis avanza desde la unión dentina-esmalte hacia el exterior, ocupando el lugar del órgano embrionario hasta hacerlo desaparecer y formar así la totalidad de la corona.

Después de que se ha formado la cantidad adecuada de esmal-

te, los ameloblastos completan la corona depositando una delgada membrana orgánica no mineralizada, la cutícula primaria. Los ameloblastos se acortan y, junto con las células residuales del órgano del esmalte, constituyen el epitelio reducido del esmalte - que protege a la corona durante la erupción y después se funde - con el epitelio bucal para formar un manguito epitelial que se fija al cuello del diente.

La calcificación de la matriz orgánica es en sentido inverso a su formación: comienza por la cúspide y sigue hacia la parte cervical de la corona.

a) AMELOGENESIS Y DENTINOGENESIS.-

Los fibroblastos y fibrillas colágenas que bordean a la papila se encuentran a más de 11 micras de los preameloblastos, de los que están separados por la membrana basal.

Cerca de la lámina basal, en ángulo recto con ella, se forman fibrillas finas sin marcas (fibrillas aperiódicas). Muy pronto se orientan los fibroblastos para quedar perpendiculares a la capa de preameloblastos. Cuando los fibroblastos (ahora preodontoblastos) extienden sus prolongaciones hacia los preameloblastos, el área se llena de fibrillas colágenas. Cuando alcanzan el área de las fibrillas aperiódicas y la lámina basal, muchas de las fibrillas colágenas forman haces que se extienden en forma de abanico y toman posiciones perpendiculares. Estos haces de fibrillas colágenas se conocen como fibrillas de von Korff y son las que forman la matriz para la primera dentina que se forma - (capa superficial de dentina). Tan pronto como el área se llena de colágena, se produce una secreción de substancia fundamental que oscurece las fibras. La matriz se llama ahora predentina.

Al completarse la producción del manto de dentina, los ameloblastos empiezan a depositar esmalte y se completa la diferenciación.

te, los ameloblastos completan la corona depositando una delgada membrana orgánica no mineralizada, la cutícula primaria. Los ameloblastos se acortan y, junto con las células residuales del órgano del esmalte, constituyen el epitelio reducido del esmalte - que protege a la corona durante la erupción y después se funde - con el epitelio bucal para formar un manguito epitelial que se fija al cuello del diente.

La calcificación de la matriz orgánica es en sentido inverso a su formación: comienza por la cúspide y sigue hacia la parte cervical de la corona.

a) AMELOGENESIS Y DENTINOGENESIS.-

Los fibroblastos y fibrillas colágenas que bordean a la papila se encuentran a más de 11 micras de los preameloblastos, de los que están separados por la membrana basal.

Cerca de la lámina basal, en ángulo recto con ella, se forman fibrillas finas sin marcas (fibrillas aperiódicas). Muy pronto se orientan los fibroblastos para quedar perpendiculares a la capa de preameloblastos. Cuando los fibroblastos (ahora preodontoblastos) extienden sus prolongaciones hacia los preameloblastos, el área se llena de fibrillas colágenas. Cuando alcanzan el área de las fibrillas aperiódicas y la lámina basal, muchas de las fibrillas colágenas forman haces que se extienden en forma de abanico y toman posiciones perpendiculares. Estos haces de fibrillas colágenas se conocen como fibrillas de von Korff y son las que forman la matriz para la primera dentina que se forma - (capa superficial de dentina). Tan pronto como el área se llena de colágena, se produce una secreción de substancia fundamental que oscurece las fibras. La matriz se llama ahora predentina.

Al completarse la producción del manto de dentina, los ameloblastos empiezan a depositar esmalte y se completa la diferenciación.

La dentina circumpulpar se produce después de la capa superficial de dentina y sólo se diferencian en la clase de fibrillas que predomina en la matriz.

La capa superficial de dentina está compuesta por grandes haces de fibras colágenas (de von Korff) y la dentina circumpulpar principalmente por fibras mucho más pequeñas, producidas in situ por los odontoblastos.

La calcificación de ambas variedades es idéntica.

La dentina peritubular está más calcificada que la intertubular.

Entre el 3º y 4º mes de la vida intrauterina, principia la cristalización de las sales de calcio en la matriz orgánica de la dentina y del esmalte, en los dientes deciduos.

La mineralización en el esmalte principia en los puntos más salientes, en lo que serán la cima de las cúspides de la corona o sean los lóbulos de crecimiento. La calcificación es individual y simultáneamente en los lóbulos de crecimiento. Al ir avanzando la mineralización, en el mismo plano, llega el momento en que se unen entre sí los lóbulos, constituyéndose la corona y, una vez terminada, seguirá formando la raíz en un proceso análogo.

La precipitación de sales cálcicas ocurre conforme el retículo estrellado que está dentro del saco y que conforma al órgano del esmalte, va perdiendo agua. Al desecarse, los calcosferitos se estabilizan y cristalizan endureciendo o madurando de esta manera el esmalte.

Una vez terminada la mineralización del esmalte, la corona del diente se encuentra cubierta por la membrana de Nashmith, -cuc son los restos de su epitelio embrionario.

En el proceso de formación de la matriz orgánica del esmalte y en plena mineralización, puede haber periodos de descanso

en el metabolismo general, quedando señalados en la superficie de la corona las zonas hipocalcificadas con una pequeña solución de continuidad o una simple mancha del esmalte. Esto ocurre en dientes de ambos lados del arco por ocurrir la mineralización en la misma época evolutiva.

El esmalte obtiene el contenido total del mineral aproximadamente cuando la corona surge en la cavidad bucal. La mineralización de las fibrillas de la matriz del esmalte ocurre inmediatamente después de que son depositadas por los ameloblastos.

b) MECANISMO DE MINERALIZACION .-

En el interior de un folículo dental en estado activo, dentro del medio ambiente en que se localiza la matriz orgánica, -- hay un líquido con gran cantidad de sales minerales disueltas, -- principalmente calcio.

Al ir perdiendo humedad su contenido se va concentrando hasta saturar el medio y en un momento dado se precipitan como cristales de apatita en y entre las fibrillas, bajo ciertas circunstancias como son: la concentración o saturación de sales minerales, la época de desarrollo, la actividad evolutiva y la presencia de enzimas (fosfatasa) que determinan la precipitación de -- las sales minerales, lo que se realiza sobre o dentro de la matriz orgánica constituyéndose el tejido duro con especificaciones particulares, según se trate de esmalte, dentina o cemento.

El primer depósito mineral se produce en dentina, dentro -- del saco dentario, en la cima de lo que es la papila dentaria.

El saco dentario está muy vascularizado y nutre a los tejidos en formación dentro de él. En el momento de endurecimiento de la primera capa de dentina por calcificación, se forma una barrera que impide la circulación de esos líquidos, que viniendo de la papila dentaria pudieran nutrir las células en proceso de formación del tejido adamantinógeno. Esta alteración parece ser

el factor determinante para que las células de origen epitelial, se estimulen, acelerando su evolución hasta convertirse rápidamente en ameloblastos, dando principio a la mineralización de los prismas adamantinos.

El esmalte y la dentina tienen algunas diferencias en su evolución y formación: En la dentina los odontoblastos sólo dejan un filamento (fibrillas de Tomes) dentro de la masa calcificada, y las células se retiran hacia el centro de la pulpa. En cambio los ameloblastos dan lugar a la formación de los bastoncitos o prismas de constitución trabecular que forma la matriz orgánica del esmalte, dentro de la que se va a depositar las sales de calcio que al precipitarse forman cristales de apatita que constituyen los prismas del esmalte; en este caso la matriz formada por la misma célula embrionaria, de material proteico no colágeno, es la que queda mineralizada y el resto del tejido epitelial es empujado hacia fuera (de la corona) y forma lo que se conoce como cutícula del esmalte o epitelio reducido del esmalte.

FORMACION DE LA RAIZ.- El desarrollo de las raíces comienza después que la corona está completamente formada. Poco antes de que los ameloblastos en la vecindad del asa cervical (FIG.7-3) (células internas y externas del esmalte) entran en actividad mitótica haciendo que el tejido se alargue y se forme así la vaina epitelial de Hertwig, elemento que sirve de molde o guía para la formación de la raíz, y está constituida por las dos láminas epiteliales que forman el órgano del esmalte: la externa que protege, y la interna o generadora de los prismas adamantinos.

La vaina epitelial de Hertwig determina el número de raíces: para los unirradiculares, la vaina es infundibuliforme; para los de dos raíces, bifurcada; y para los de tres raíces, trifurcada. Estos contornos son producidos por invaginaciones y fusión de colgajos epiteliales.

La dentinogénesis continúa ininterrumpida desde la corona -- hasta la raíz. El proceso es casi igual, excepto por tres diferencias:

- 1) En la raíz, la matriz de la dentina se deposita contra la vaina radicular en vez de contra los ameloblastos.
- 2) En la raíz, el curso de los túbulos dentinarios es diferente.
- 3) La dentina radicular está rodeada por cemento.

La mineralización de la raíz es muy lenta, en ocasiones termina hasta dos o más años después de la erupción. Una vez formada la raíz, la vaina de Hertwig va perdiendo su función y llega a -- segmentarse al contraerse la matriz dentinaria por su mineralización; esta rotura proporciona abertura para la entrada de fibrillas y células desde la membrana periodóntica. Las células mesenquimatosas y los fibroblastos se introducen, revisten y forman -- una capa cementógena de cementoblastos que producen fibrillas colágenas que se orientan formando ángulo con la superficie de la dentina o paralelas a ella. Después se agrega substancia fundamental resultando el cementoide o precemento. Se introduce también -- colágena desde la membrana periodóntica en forma de largos haces de fibras (fibras de Sharpey). Los extremos de las fibras de Sharpey se extienden en forma de abanico en el cementoide y se incorporan a la matriz que después de la calcificación quedan fijas en el cemento.

La cementogénesis ocurre en 3 fases, al igual que la dentinogénesis:

- 1) Formación de fibrillas
- 2) Maduración de la matriz por secreción de substancia fundamental
- 3) Mineralización

El cemento más viejo se encuentra en el segmento superior -- de la raíz y no contiene células debido a que la maduración y cal

cificación son tan lentas que permiten que los cementoblastos se regresen. Pero cuando el diente se aproxima a la cavidad bucal, la matriz se produce y mineraliza más rápido y los cementoblastos quedan atrapados en la substancia intercelular que se calcifica y es conocido como cemento celular debido a la presencia de cementocitos (cementoblastos atrapados).

Al segmentarse la vaina de Hertwig, algunas porciones de tejido epitelial quedan atrapadas por el parodonto y son conocidas como restos o nudos epiteliales de Malassez capaces de provocar proliferaciones, malformaciones tumorales o quistes de diversas clases.

LIGAMENTO PERIODONTICO.- Es un tejido conectivo denso que rodea al diente. Tiene doble función: producir cemento sobre la dentina de la raíz, y hueso en la parte interna del alveolo.

Sus etapas de desarrollo incluyen la de saco dental o folículo, la de membrana periodóntica y finalmente, la de ligamento periodóntico.

El saco dental o folículo que rodea al órgano del esmalte - en desarrollo y más tarde a la corona, puede tener características desde tejido difuso como el mesénquima, hasta las del tejido aerolar muy laxo. El aumento de densidad del tejido conectivo de fibras colágenas es el resultado de aumento del contenido de fibras colágenas y disminución de la cantidad de células y vasos sanguíneos.

La membrana periodóntica consiste de grupos densos de fibras colágenas organizadas irregularmente y de unas cuantas células.- Si se examina, se encuentran grupos de fibras colágenas insertadas como fibras de Sharpey en la placa cribiforme del borde alveolar y otras insertadas en el cemento de la raíz.

Se da el nombre de ligamento periodóntico al estado funcio-

nal maduro del tejido. La colágena está organizada en haces, distinguiéndose siete grupos definidos, cada uno con función especial, según nos lo indica el siguiente cuadro:

APARATO DE FIJACION DEL DIENTE

NOMBRE	CURSO	FUNCION
GINGIVALES	Cemento a encía y pe- riostio alveolar.	Sostén gingival, rodea el cuello del diente.
TRANSEPTALES	Cemento a cemento -- (dientes adyacentes)	Sostén gingival inter- proximal. Teniendo --- dientes adyacentes jun- tos.
ALVEOLARES Cresta al- veolar.	Cemento a alveolo. Ce- mento a cresta.	Sostiene al diente en el alveolo. Aplica --- fuerzas laterales.
HORIZONTALES	Tercio superior de - cemento.	Evita movimientos late- rales del diente.
OBLICUAS	Cemento a dos ter--- cios centrales.	Fija y suspende al --- diente en el alveolo.- Resiste presiones su- perficiales del diente
APICALES	Cemento de punta de la raíz (ápex) a fondo- de la cripta.	Evita que el diente se ladee.
INTERRADICULA- RES	Cemento a cresta del tabique interradicu- lar.	Ayuda a resistir incli- nación y torsión.

5.- ERUPCION DENTAL.- La erupción dental es simplemente un proceso de crecimiento del diente por alargamiento de la raíz que hace que la corona ocupe una posición en la cavidad bucal mientras que permanece en el borde alveolar y llega a quedar fija en él - mediante las fibras principales del ligamento periodóntico.

La dentinogénesis radicular continúa, siguiendo las fases - de formación de fibrillas, maduración de matriz y calcificación; esto ocurre primero cerca de la vaina radicular. Sobre la dentina calcificada se deposita una capa de cemento por acción de los cementoblastos, que se han diferenciado a partir de los fibro---blastos del saco dental. Se insertan haces de fibras del tejido conectivo en la matriz de cemento y, con la mineralización, se - fijan a ella.

El crecimiento del borde alveolar se estimula por la presen- cia de dientes en desarrollo. El borde óseo que va a formar la - pared del alveolo continúa alargándose en armonía con el alarga- miento de la raíz. El piso o fondo del alveolo tiende a elevarse y engrosarse. Muchos científicos creen que esto ayuda a empujar al diente fuera del alveolo.

A medida que el diente crece fuera del alveolo, las fibras de un nivel de hueso y raíz se zafan y se combinan con las del - nivel superior del plexo intermedio (tejido intermedio de la mem- brana periodóntica).

El crecimiento longitudinal de la raíz se detiene hasta que la corona del diente encuentra la antagonista; y el plexo inter- medio se dispone en los grupos de fibras principales (definiti---vas) característicos del ligamento periodóntico.

Se cree que los residuos del órgano del esmalte secretan - enzimas que disuelven las fibras en su curso. Otros opinan que - las fuerzas de crecimiento del diente simplemente empujan hacia - un lado al tejido conectivo, de modo que esto contribuye a for---

mar el ligamento periodóntico.

A medida que los residuos del órgano del esmalte se aproximan al epitelio bucal, los vasos sanguíneos del tejido conectivo se aplanan interrumpiéndose el aporte sanguíneo formando "sitios de erosión" y necrosis del tejido que se escarifica, proporcionando así una abertura para la corona que emerge.

Los residuos del órgano del esmalte se funden con el epitelio bucal que queda por encima y forman el manguito epitelial de fijación. A medida que la corona va emergiendo, la parte superior del manguito epitelial se desprende de la superficie del diente y forma un canal poco profundo entre la encía y el esmalte (surco gingival) que rodea al diente. El manguito epitelial de fijación forma una barrera protectora aislando al ligamento periodóntico de la cavidad bucal.

FUNCION DE LA LAMINA DENTARIA.- Su actividad dura unos 5 años aproximadamente. Se consideran 3 fases en su función:

- 1.- Proporciona el tejido germinativo para los 20 dientes deciduos.
- 2.- Proporciona también botones o primordios dentales para los dientes permanentes, en su parte lingual del órgano dentario de cada diente deciduo, aproximadamente desde el 5º mes de vida intrauterina para los incisivos centrales hasta los 10 meses de edad para el segundo premolar.
- 3.- La lámina se prolonga en sus extremos distales para la formación de los molares permanentes, aproximadamente a los 4 meses de vida fetal (embrión de 160 mm) para el primer molar permanente, en el primer año para el segundo molar y del 4º al 5º años para el tercer molar.

DESTINO DE LA LAMINA DENTARIA.- Durante la etapa de casquete la lámina dentaria conserva una amplia conexión con el órgano dentario, pero en la etapa de campana comienza a desintegrarse por la invasión mesenquimatosa, que primero penetra en su porción central y la divide en lámina lateral y dentaria propia. La lámina dentaria propia prolifera únicamente en su margen más profundo, que se transforma en una extremidad libre (lámina de continuación) situada hacia su parte lingual del órgano dentario y forma el esbozo del diente permanente.

LAMINA VESTIBULAR.- Es otro engrosamiento epitelial, llamado también banda del surco labial; se desarrolla cerca de la lámina dental casi al mismo tiempo, pero más cerca de la superficie de la cara. Esta lámina, sólida y ancha al principio, después se ahueca por desintegración de sus células centrales, formando un gran espacio revestido a cada lado por epitelio. El espacio forma el vestíbulo bucal, entre la porción alveolar de los maxilares, labios y las mejillas. El resto del epitelio forma el revestimiento de labios, mejillas y encías.

Es de esta manera como la lámina vestibular libera mejillas y labios de la sólida masa de tejido del estomodeo.

REEMPLAZO DE LA DENTICION DECIDUA

La lámina para los dientes permanentes se desarrolla lingual a los primordios de los dientes deciduos. El desarrollo de los dientes permanentes es idéntico al de los dientes temporales y está ocurriendo en forma simultánea, pero se encuentran en diversas etapas de desarrollo. En el séptimo u octavo mes de vida extrauterina, emerge el primer diente y se encuentran ya presentes los dientes de los arcos superior e inferior, con excepción

de los molares permanentes segundo y tercero, en etapas que van desde lámina hasta erupción activa.

Los primordios de los dientes permanentes continúan desarrollándose mucho después que los dientes deciduos han erupcionado. Entre los 7 y 11 años de edad, los dientes deciduos son reemplazados por los sucesores permanentes. Es durante este período de cuatro años cuando la boca se caracteriza por "dentición mixta". Durante los primeros estados de desarrollo, los primordios deciduos y permanentes comparten una cripta y un tejido de saco dental comunes, pero más tarde los primordios permanentes quedan situados más profundamente ocupando ya criptas separadas a causa del crecimiento óseo. Cuando el diente deciduo erupciona, el primordio del diente permanente crece en su cripta quedando separados por hueso, excepto por un estrecho pasaje que contiene tejido conectivo, vasos sanguíneos, nervios y los residuos de la lámina de continuación.

ERUPCION DE DIENTES PERMANENTES

La primera acción que indica que un diente va a erupcionar es la remoción del techo de la cripta ósea. Esto produce la fusión de los tejidos conectivos del alveolo y cripta. Al continuar creciendo el diente permanente, resorbe todos los tejidos duros que obstruyen su camino hacia la cavidad bucal (hueso alveolar, cemento y dentina del diente deciduo y en algunos casos se afecta hasta la corona).

El mecanismo de resorción es idéntico al descrito para el hueso (osteoclasia). La odontoclasia incluye células y lagunas. Las células son citomorfológicamente iguales al osteoclasto (dentinoclastos o cementoclastos). Las zonas de resorción son las lagunas de Howship. El o los mecanismos que participan en la erup-

ción de los dientes permanentes son los mismos que los de los dientes deciduos. Cuando el diente permanente crece y ocupa el área de su predecesor, estimula la aposición ósea en su base y - sus lados, formándose el alveolo a partir del fondo. Por lo tanto, la formación del alveolo y de la raíz, que son procesos de - la erupción, ocurren simultáneamente.

Además de resorción de hueso, cemento y dentina, la erupción produce cambios en ligamento periodóntico, pulpa dental y - manguito epitelial de fijación del diente deciduo. El tejido periodóntico se desorganiza: los haces fibrosos principales (primero el apical, después el oblicuo y finalmente el horizontal y - los haces de la cresta) se liberan del hueso alveolar y el cemento resorbidos. Algunos vasos sanguíneos pueden romperse o ser - comprimidos, acelerando la resorción de hueso, cemento y dentina.

El tejido conectivo laxo se reorganiza pronto para formar - el ligamento periodóntico del diente permanente.

El manguito epitelial de fijación es desviado rápidamente - hacia la raíz quedando expuesto el cemento cervical de modo que la destrucción del ligamento periodóntico y la pérdida de su función ocurre rápidamente tanto en dirección cervical como apical.

La pulpa dental se afecta al último, y es la que sostiene - únicamente al diente deciduo cuando la mayor parte de la raíz es resorbida.

El alveolo queda tan superficial que su aparato de fijación es insuficiente para estabilizar al diente de modo que este se - exfolia debido a las fuerzas de masticación. Después de la exfoliación, el área sanará hasta que emerja la corona del diente - permanente.

Fragmentos pequeños de hueso y diente que no se resorben - pueden llegar a la superficie donde son liberados.

Los molares deciduos poseen raíces ampliamente ensanchadas en las que se desarrollan los primordios de los premolares.

La resorción incompleta puede causar retención de grandes segmentos radiculares que llegan a fundirse con hueso del borde alveolar o permanecer libres, siendo posibles productores de quistes.

En casos raros, los dientes deciduos no se mudan durante el período normal ya sea debido a factores hereditarios u otros (raquitismo, trastornos endocrinos). No debe permitirse la retención de dientes deciduos, porque pueden hacer que la vía normal de erupción de los dientes permanentes se afecte, ya sea hacia vestibular o en dirección lingual y por lo tanto producir maloclusión.

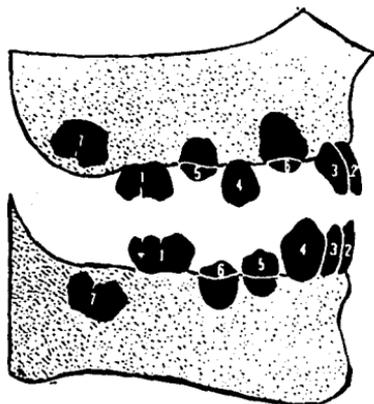


Fig. 7-3. Forma de erupción más frecuente de los dientes permanentes.

Según Moyers, la secuencia más favorable de erupción de los dientes inferiores es: primer molar, incisivo central, incisivo lateral, canino, primer premolar, segundo premolar y segundo mo

lar. En los superiores es: primer molar, incisivo central, incisivo lateral, primer premolar, segundo premolar, canino, segundo molar.

Los procesos de exfoliación y erupción dentarias, dependen y son regulados por un sinergismo endócrino especialmente entre la hormona pituitaria del crecimiento y la hormona tiroidea. Solo mediante una secreción hormonal balanceada puede lograrse la completa armonía entre la resorción de las raíces deciduales y la erupción de los dientes permanentes.

CRONOLOGIA DE LA DENTICION HUMANA

ARCO	DIENTE	COMIENZA LA FORMACION DE LOS TEJIDOS DUROS	CORONA COMPLETA	ERUPCION	RAIZ COMPLETA	
DENTICION TEMPORAL.	SUP.	Incisivo central	4 meses in útero	1 1/2 meses	7 1/2 meses	1 1/2 años
		Incisivo lateral	4 1/2 meses in útero	2 1/2 meses	9 meses	2 años
		Canino	5 meses in útero	9 meses	18 meses	3 1/4 años
		Primer molar	5 meses in útero	6 meses	14 meses	2 1/2 años
		Segundo molar	6 meses in útero	11 meses	24 meses	3 años
	INF.	Incisivo central	4 1/2 meses in útero	2 1/2 meses	6 meses	1 1/2 años
		Incisivo lateral	4 1/2 meses in útero	3 meses	7 meses	1 1/2 años
		Canino	5 meses in útero	9 meses	16 meses	3 1/4 años
		Primer molar	5 meses in útero	5 1/2 meses	12 meses	2 1/4 años
		Segundo molar	6 meses in útero	10 meses	20 meses	3 años
DENTICION PERMANENTE	SUP.	Incisivo central	3 - 4 meses	4 - 5 años	7 - 8 años	10 años
		Incisivo lateral	10-12 meses	4 - 5 años	8 - 9 años	11 años
		Canino	4 - 5 meses	6 - 7 años	11-12 años	13-15 años
		Primer premolar	1 1/2 - 1 3/4 años	5 - 6 años	10-11 años	12-13 años
		Segundo premolar	2 - 2 1/4 años	6 - 7 años	10-12 años	12-14 años
	INF.	Primer molar	Al nacer	2 1/2 - 3 años	6 - 7 años	9 -10 años
		Segundo molar	2 1/2 - 3 años	7 - 8 años	12-13 años	14-16 años
		Tercer molar	7 - 9 años	12-16 años	17-21 años	18-25 años
		Incisivo central	3 - 4 meses	4 - 5 años	6 - 7 años	9 años
		Incisivo lateral	3 - 4 meses	4 - 5 años	7 - 8 años	10 años
SUP.	Canino	4 - 5 meses	6 - 7 años	9 -10 años	12-14 años	
	Primer premolar	1 3/4 - 2 años	5 - 6 años	10-12 años	12-13 años	
	Segundo premolar	2 1/4 - 2 1/2 años	6 - 7 años	11-12 años	13-14 años	
	Primer molar	Al nacer	2 1/2 - 3 años	6 - 7 años	9 -10 años	
	Segundo molar	2 1/2 - 3 años	7 - 8 años	11-13 años	14-15 años	
INF.	Tercer molar	8 - 10 años	12-16 años	17-21 años	18-25 años	

CONCLUSIONES

- 1.- El crecimiento y el progreso del desarrollo varían considerablemente durante las dos principales etapas del ser humano: prenatal y postnatal.
- 2.- Durante la etapa prenatal, el aumento de estatura es de --- 5,000 veces, mientras que durante el periodo postnatal el aumento es de 3 veces.
- 3.- El aumento de peso es de 6,500 millones de veces el del óvulo y sólo 20 veces desde el nacimiento hasta la madurez.
- 4.- El periodo embrionario constituye la etapa más crítica del desarrollo, ya que durante su transcurso se producen un crecimiento y diferenciación rápidos de todos los órganos y sistemas principales del cuerpo y la mayor parte de sus características de la forma externa, y por lo tanto, la exposición del embrión a teratógenos puede producir malformaciones congénitas de tipo principal.
- 5.- El esqueleto de la cara y la bóveda craneana crecen a ritmos diferentes. Las estructuras del cráneo se ajustan al cuadro de crecimiento neural, y las estructuras de la cara se asemejan al crecimiento general del cuerpo.

- 6.- Los incrementos en anchura del cráneo y de la cara se llevan a cabo a temprana edad. El crecimiento en sentido anteroposterior continúa más tiempo. El crecimiento vertical, especialmente en el tercio inferior de la cara, es lo último que se lleva a cabo por el crecimiento del hueso alveolar y la erupción de los dientes.
- 7.- El mayor aumento en el maxilar superior es en altura, después en profundidad y finalmente en anchura (se lleva a cabo relativamente temprano sin diferencia de sexo).
- 8.- Se nota poco aumento en la amplitud del cuerpo del maxilar inferior después de cesar la aposición superficial lateral. Las medidas entre el agujero mentoniano derecho e izquierdo indican que esta dimensión cambia poco después del sexto año de vida.
- 9.- Los rebordes alveolares del maxilar inferior crecen hacia arriba y hacia afuera, lo que permite a la arcada dentaria acomodar los dientes permanentes de mayor tamaño.
- 10.- Los aparatos ortopédicos pueden guiar el crecimiento del maxilar inferior, redirigirlo e interferir específicamente el crecimiento del hueso alveolar.
- 11.- En el maxilar superior, la anchura intercanina se logra en su totalidad a los 12 años de edad en niñas, pero continúa creciendo hasta los 18 años en los varones. En la mujer, la dimensión intercanina inferior termina prácticamente a los 9 años; en los varones, a los 10 años de edad.

- 12.- La dimensión intercanina superior sirve como "válvula de seguridad" para los periodos de intenso crecimiento durante la pubertad, cuando existe crecimiento basal horizontal del maxilar superior.
- 13.- A los 3 años de edad existen indicios del estado futuro de la oclusión. Normalmente existe sobremordida excesiva y con el crecimiento diferencial y la salida del esplanocráneo - de abajo del neurocráneo, disminuyen o desaparecen las discrepancias vertical y horizontal.
- 14.- El mantenimiento de los dientes temporales en la cavidad bucal es demasiado importante para el crecimiento y erupción normales de los permanentes, ya que les sirven de guía para seguir la vía normal de erupción y mantienen el espacio vital, para el establecimiento de la oclusión normal.
- 15.- La erupción del canino inferior primero que los premolares es muy importante para ayudar a mantener la longitud adecuada del arco y evitar la lingualización de los incisivos.
- 16.- La secuencia de erupción de los dientes permanentes es importante para la integración de la longitud del arco.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ORTODONCIA, Teoría y práctica
T.M. GRABER
INTERAMERICANA, 3a EDICION
MEXICO, 1974.
- 2.- ORTODONCIA
MAYORAL, José
EDITORIAL LABOR
BARCELONA, 1976.
- 3.- EMBRIOLOGIA CLINICA
KEITH L. MOORE
INTERAMERICANA, 1a EDICION
MEXICO, 1975.
- 4.- EMBRIOLOGIA HUMANA
W.I. HAMILTON
BUENOS AIRES, 1968.
- 5.- EMBRIOLOGIA MEDICA
LANGMAN, JAN
INTERAMERICANA, 3a EDICION
MEXICO, 1976.
- 6.- HANDBOOK OF FACIAL GROWTH
DR. ENLOW

- 7.- ORAL HISTOLOGY AND EMBRIOLOGY
ORBAN
7a EDICION
ST. LUIS, C.V.
- 8.- HISTOLOGIA Y EMBRIOLOGIA OODNTOLOGICAS
D. VINCENT PROVENZA
INTERAMERICANA, 1a EDICION
MEXICO, 1974.
- 9.- HISTOLOGIA Y EMBRIOLOGIA BUCCDENTAL
ORBAN, BALINT JOSEPH
EDIT. LABOR
BUENOS AIRES, 1964.
- 10.- TRATADO DE HISTOLOGIA
ARTHUR W. HAM
INTERAMERICANA, 7a EDICION
MEXICO, 1975.
- 11.- CRECIMIENTO
TINNER, JAMES M.
COLEC. CIENTIFICA LIFE EN ESPAÑOL
OFFSET MULTICOLOR
MEXICO, 1967
- 12.- EMBRIOLOGIA HUMANA-ATLAS
EMBRIOLOGIA, CUADERNOS PRACTICOS,
CATEORA DE EMBRIOLOGIA DE LA FA-
CULTAD DE MEDICINA EN PARIS, POR
H. TUCHMANN, TR.ESTEBA CABALLERIA
BARCELONA, 1968.

- 13.- ANATOMIA HUMANA (TOMO I)
ROUVIERE
2a EDICION
EDITORIA NACIONAL, 1975.
- 14.- LA PULPA DENTAL
SELTZER Y BENDER
EDIT. MUNDI
BUENOS AIRES.
- 15.- ODONTOLOGIA PARA EL NIÑO Y EL ADOLESCENTE
RALPH E. MC. DONALD
EDIT. MUNDI
- 16.- CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL
VICTOR ESPONDA GAXIOLA
(TESIS)
U.N.A.M., 1965.
- 17.- CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL COMPLEJO CRANEOFACIAL Y SU INFLUENCIA EN LA OCLUSION
FDO. JOSE GARCIA PRIONI
(TESIS)
U.N.A.M., 1975.
- 18.- REVISTA A.D.M.
VOL. XXIII No. 3 MAYO-JUNIO, 1966
"CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS ESTRUCTURAS BUCCOFACIALES"
DR. FREDERICK NORMAL
PAGS. 311-333

- 19.- REVISTA A.D.M.
VOL. XXVIII No. 2 MARZO-ABRIL, 1971
SECCION DE ODONTOPEDIATRIA - LA DENTICION DEL
NIÑO Y SUS RELACIONES CON SU ESTADO DE SALUD
GENERAL.
DR. RAYMON PAULY S.
PAGS. 121-135
- 20.- DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LOS DIENTES
ALFONSO VARGAS LUVIRI
(TESIS)
U.N.A.M., 1972.
- 21.- CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL
CASTELLINO, ADOLFO J.
PARAGUAY, 1967
EDIT. MUNDI