

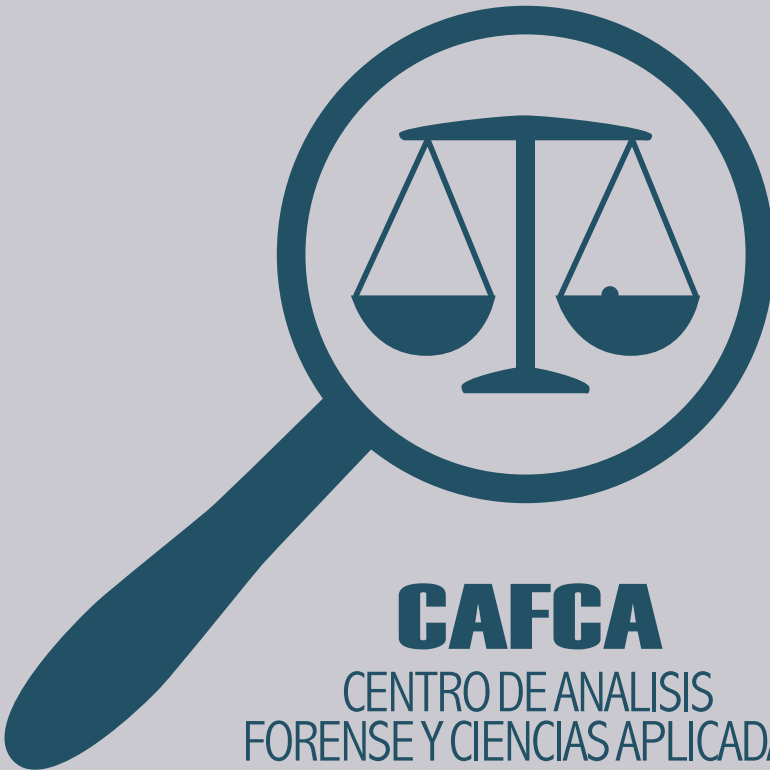
COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL
PERFIL OSTEO-BIOLÓGICO

Udo Krenzer

Tomo IV

ESTIMACIÓN DE LA EDAD
OSTEOLÓGICA EN SUBADULTOS



CAFCA

CENTRO DE ANALISIS
FORENSE Y CIENCIAS APLICADAS

**Compendio de métodos antropológico forenses
para la reconstrucción del perfil osteo-biológico**

Udo Krenzer

**Tomo IV
Determinación de la edad osteológica
en subadultos**



Guatemala
2006

Elaborado por: Udo Krenzer
Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas
CAFCA
2 calle 6-77, zona 1
Ciudad, Guatemala
Teléfono: (502) 2253-2080
<http://www.cafcaguatemala.org>

Financiado por: DED Y EED

Diseño de portada: Rafael Molina

Diagramación de interiores: CIBER NEGOCIOS
Teléfonos: (502) 2450-4889 (502) 2256-1276
E-mail: ventas@cibernegociosguatemala.com

Primera edición
Serie de Antropología Forense
Tomo 4

ISBN: 99922-859-4-X

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Tomo IV

Determinación de la edad osteológica en subadultos

Contenido

1.	Estimación de la edad osteológica en subadultos	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Huesos del cráneo	2
1.3.	Formación y erupción dental	21
1.4.	Huesos del poscráneo	35
1.5.	Maduración ósea	79
1.6.	Edad morfométrica	84
1.7.	Reconstrucción de la estatura subadulta	85
	Bibliografía	87
	Anexos	94

1. Determinación de edad en restos subadultos

1.1. Introducción

Los estudios de mortalidad, crecimiento y desarrollo han sido fundamentales en las investigaciones bioantropológicas, no solamente por su aplicación auxológica, sino también por la posibilidad de usar los resultados en estudios arqueológicos y judiciales, que se han llevado a cabo desde los años 60 del siglo pasado (Saunders 2000, Rodríguez Cuenca 2004). La cantidad de individuos subadultos en relación con restos de adultos en cementerios organizados en épocas históricas debería ser más o menos igual. Aún se observa la ausencia de estudios antropológicos sistemáticos sobre niños, debido al mal estado de conservación de los restos, los diferentes tipos y lugares de sepultura y la recuperación inadecuada. La situación que enfrenta el antropólogo forense en Guatemala es diferente. Una gran cantidad de las víctimas del conflicto armado interno eran niños y adolescentes, y su mayoría ni siquiera fue documentada en los informes de CEH y REMHI.

Lo que determina el antropólogo con base en restos óseos es la edad biológica o edad esquelética, la cual está influida por factores étnicos y diferentes velocidades de crecimiento y madurez, y que no es necesariamente igual a la edad cronológica. Por eso se calcula siempre un rango de variabilidad. Generalmente se puede estimar la edad en subadultos más precisamente que en adultos, a causa de la determinación genética con poca influencia ambiental y la documentación de madurez ósea o mineralización y desarrollo dental. La misma mineralización de los dientes brinda resultados favorables en niños hasta 14 años, como en el caso de la erupción dental. En esta etapa se utiliza los criterios craneales o poscraneales (metamorfosis, mediciones) solamente como elementos adicionales. A partir de la juventud el esquema dental pierde en precisión y se analiza la fusión de epífisis o apófisis del esqueleto poscranial. Las líneas de fusión siguen visibles hasta dos años después de la fusión. Generalmente, esta fusión inicia más temprano en individuos femeninos que en masculinos. Con la fusión completa, el cierre de la sutura esfenobasilar o la erupción del tercer molar se considera que el individuo ha entrado a la etapa adulta.

Según Krogman & Iscan (1986) se pueden distinguir las siguientes etapas del desarrollo:

- 1) La mayoría de los centros de osificación aparecen en el período entre el nacimiento y los cinco años más o menos tres meses. Los dientes deciduales erupcionan; los permanentes se calcifican. Este es un período ontogenético estable pero crítico.
- 2) Se aprecia incremento en el tamaño, cambios en la configuración y forma, se definen los detalles arquitectónicos en los centros de osificación ya existentes. Este período finaliza con la unión de los elementos integrantes del acetábulo y cubre el lapso entre los cinco hasta los 12-13 años con un rango de seis meses. Todos los dientes permanentes ya han erupcionado, exceptuando los terceros molares. Este período es variable aunque menos crítico.



- 3) Período de unión epifisial en los huesos largos y de cambios iniciales en la sínfisis púbica y en las costillas. Este período se caracteriza por ser estable pero crítico. Se inicia a los 12-13 años y termina a los 20 años de edad con rangos de seis meses.

En el compendio de Scheuer & Black (2000), las autores han establecido tres criterios óseos para la determinación de la edad biológica en restos inmaduros, que son:

- 1) Aparición de centros de osificación
- 2) Determinación del tamaño (morfometría)
- 3) Fusión de los centros óseos

1.2. Huesos del cráneo

En los siguientes apartados se dan breves explicaciones sobre el desarrollo óseo de los huesos craneales, que incluye una lista cronológica de los cambios óseos, siguiendo las descripciones de Bass (1995), Scheuer & Black (2000), White (2000). Para el desarrollo morfométrico en las etapas prenatales, consulte el anexo.

Frontal

El frontal osifica desde dos centros primarios que aparecen en el segundo mes intrauterino. Al nacimiento, el frontal está dividido en dos partes por la sutura metópica, que normalmente oblitera durante el segundo año, de modo que solamente persiste una sutura de 2 cm encima del nasal.

Desarrollo

fetal

semanas 6-7

aparición del centro primario de la osificación

semanas 10-13

osificación de los procesos cigomático y ángulo medial

mes 5

longitud antero-posterior más largo que medio-lateral

nacimiento

representado en parte derecha e izquierda

1-2 años

cierre de la fontanela anterior

2-4 años

cierre de la sutura metópica

Tabla 1 conlleva la información morfométrica sobre el desarrollo del frontal, fundamentado en mediciones con base en radiografías según la publicación de Young (1978), y figura 1 muestra un frontal y parietal en el estado perinatal.

Tabla 1 Dimensiones del frontal en mm (según Scheuer & Black 2000)

edad	cuerda		arco	
	promedio	rango	promedio	rango
1 mes	73.0	67-80	81.2	72-90
3 meses	81.9	74-92	93.3	80-106
6 meses	89.3	82-96	103.6	91-115
9 meses	93.4	86-99	107.5	98-113
1 año	99.6	90-109	114.8	100-125
2 años	109.2	97-115	127.6	110-127
3 años	110.0	101-117	128.4	113-140
4 años	111.5	99-118	130.1	114-142
6 años	113.2	103-123	130.9	114-147
8 años	114.2	104-120	131.2	118-142
10 años	116.3	104-125	133.5	118-149
12 años	117.9	105-128	134.6	119-149
14 años	118.9	105-129	134.9	118-149
16 años	120.0	107-126	135.4	121-145
adulto	122.1	107-121	140.5	125-158

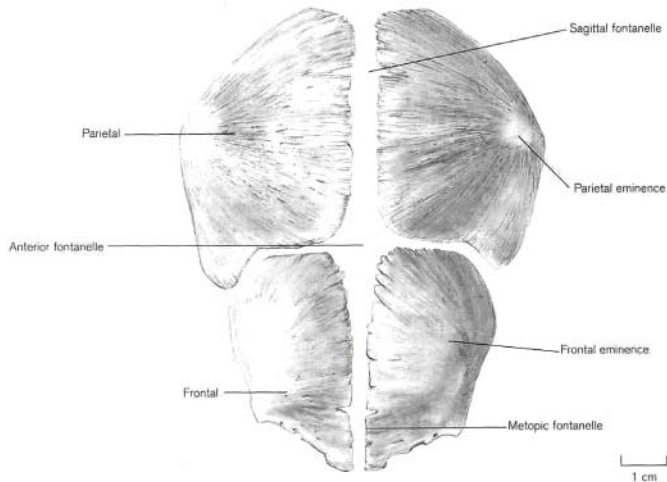


Fig. 1 Frontal y parietal perinatal (por Scheuer & Black 2000)



Parietal

Los dos parietales osifican a partir de dos centros primarios, que aparecen en la porción de la eminencia parietal alrededor de ocho semanas fetales. Los ángulos son los últimos para osificar y las fontanelas en neonatos están sin osificar en dichas porciones.

Desarrollo

fetal

semanas 7-8
mes 6

formación de dos centros de osificación que fusionan rápido
definición de los bordes y ángulos; puede existir la fontanela sagital

nacimiento

hueso único con eminencia; fontanela sagital usualmente obliterada

juventud

apariciencia gradual como el hueso adulto con disminución de la eminencia

Tabla 2 contiene la información morfométrica sobre el desarrollo del parietal, fundamentado en mediciones radiográficas según la publicación de Young (1978), y figura 2 muestra un parietal en el estado perinatal.

Tabla 2 Dimensiones del parietal en mm (según Scheuer & Black 2000)

edad	cuerda		arco	
	promedio	rango	promedio	rango
1 mes	94.3	84-109	107.1	95-135
3 meses	104.3	94-119	120.2	104-149
6 meses	111.1	104-130	127.2	117-159
9 meses	114.7	107-135	131.2	122-165
1 año	119.6	112-139	135.8	124-170
2 años	127.8	118-146	143.0	129-179
3 años	128.1	117-147	143.8	127-179
4 años	129.8	122-150	146.1	134-182
6 años	130.5	119-146	146.0	129-177
8 años	130.4	119-147	146.5	129-179
10 años	131.9	119-149	147.9	130-179
12 años	132.2	120-148	147.9	130-177
14 años	132.4	119-149	148.3	129-178
16 años	130.6	120-149	146.6	129-179
adulto	130,1	123-150	145.6	121-177

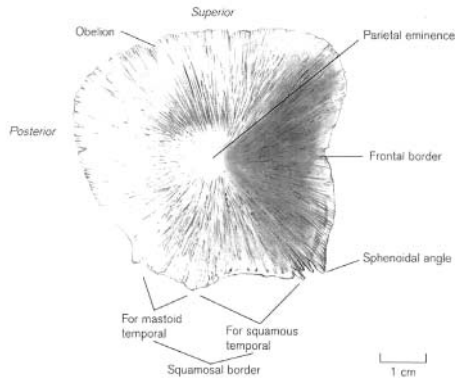


Fig. 2 Parietal derecho perinatal (por Scheuer & Black 2000)

Temporal

El temporal tiene la osificación más compleja de todos los huesos humanos. La porción escamosa desarrolla con base en tres centros primarios, que aparecen en el tercer mes intrauterino: uno para el proceso cigomático y dos para el plato escamoso vertical. La osificación del anillo timpánico inicia durante el cuarto mes intrauterino y fusiona con la porción petrosa y escamosa hacia ocho o nueve meses. La porción petrosa inicia a osificar con cinco meses intrauterinos, y la región mastoidea y el proceso estiloide osifican postnatal.

Figuras 3 hasta 5 representan el desarrollo del temporal.

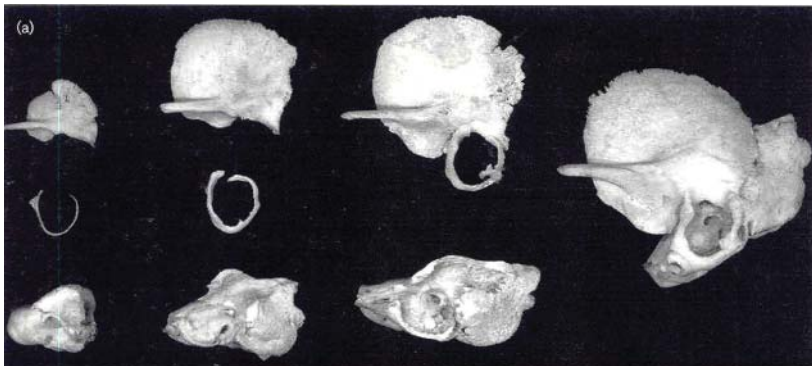
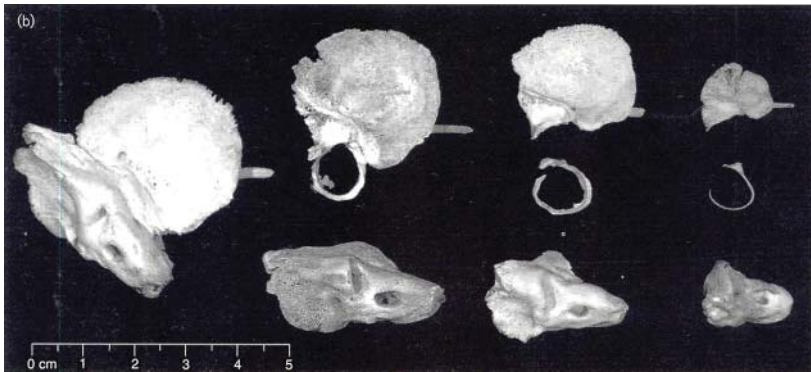


Fig. 3 Desarrollo de las tres porciones del temporal de individuos de 5 meses fetales, 8 meses fetales, perinatal y con 6 meses de edad; a) vista lateral (por Scheuer & Black 2000)



Cont. Fig. 3 Desarrollo de las tres porciones del temporal de individuos de 5 meses fetales, 8 meses fetales, perinatal y con 6 meses de edad; b) vista medial (por Scheuer & Black 2000)

Desarrollo

fetal

semanas 3-25	desarrollo del laberinto membranoso
semanas 6-16	desarrollo del cartilago de los osículos
semanas 7-18	aparición de los centros de la porción escamosa y gonion
semana 9	aparición del centro de la porción timpánica
semanas 9-15	desarrollo de la cápsula cartilaginosa ótica
semana 12	fusión de los centros del anillo timpánico
semana 16	aparición de la cápsula ótica; aparecen centros del yunque
semanas 16-17	aparición de centro del maléolo
semana 18	aparición de los centros del estribo
semana 19	fusión gonial con maléolo
semana 30	cavidad timpánica completa con excepción de la pared lateral
semana 35	epitímpano completo; inicio de la neumatización del petromastoide; segmento posterior del anillo fusiona con parte escamosa
nacimiento	normalmente se presenta en dos partes: el petromastoide y la escamosa-timpánica
durante primer año	fusión de las partes petromastoide con escamosa-timpánica; inicio del crecimiento de los tubérculos timpánicos anterior y posterior
1-5 años	crecimiento del plato timpánico; formación del foramen Huschke; formación del proceso mastoide

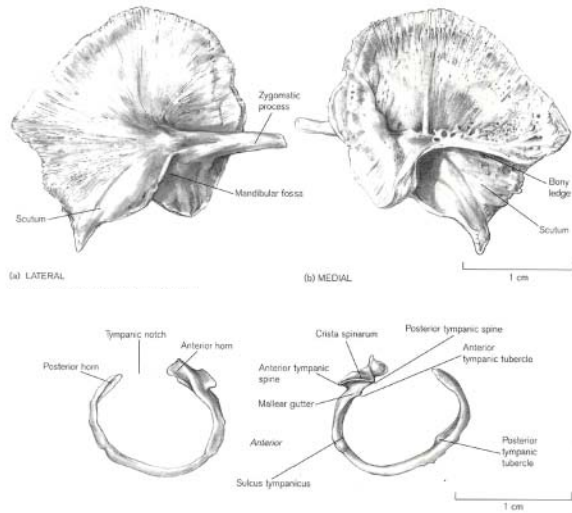


Fig. 4 Porción escamosa y anillo timpánico derecho perinatal (por Scheuer & Black 2000)

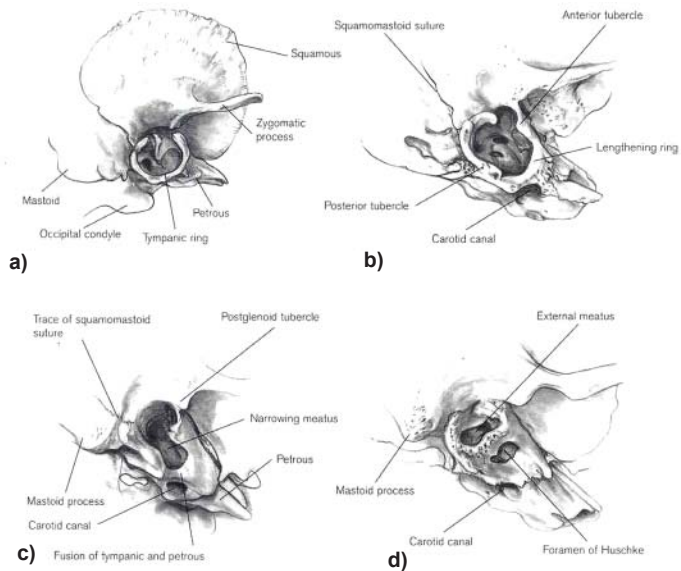


Fig. 5 Formación del foramen Huschke de individuos de a) perinatal; b) 6 meses; c) 1 año; d) 2,5 años (por Scheuer & Black 2000)



Occipital

Tal como el temporal, el occipital osifica de manera compleja (ver figura 6 hasta 9). La escama osifica a partir de múltiples centros hacia el tercer mes intrauterino, las porciones basio-occipitales y condilares osifican a partir de centros únicos, al mismo tiempo. Al momento del nacimiento las cuatro partes todavía quedan separadas (figura 7). Hasta el cuarto año fusionan los dos elementos condilares con las porciones escamosas. Los cuatro elementos fusionan a un solo segmento hacia los seis años de edad y el esfenoidal fusiona con el basioccipital hacia la adolescencia. A los 21 años de edad la osificación está completa. Como fuente morfométrica se utiliza según los estudios de Scheuer & Maclaughlin (1994, ver tabla 3) la porción basilar.

Desarrollo

fetal

semanas 8-10 aparecen los centros del supra-occipital, interparietal y porción basilar, en este orden

mes 5 fusión de las porciones supra-occipital e interparietal de la escama

mes 7 desarrollo del ángulo lateral de la porción basilar

mes 8 porción lateral es más largo que porción basilar

nacimiento representación de porción basilar, dos partes laterales y porción escamosa

6 meses anchura de la porción basilar más grande que longitud durante primer año cierre de la sutura mediana sagital y restos de la sutura mendosa

1-3 años fusión de las partes laterales con la escama

2-4 años canal hipogloso completo excluyendo porción basilar

5-7 años fusión de la porción basilar con partes laterales

11-16 años (fem) fusión del sincondrosis esfeno-occipital

13-18 años (masc) fusión del sincondrosis esfeno-occipital

22-34 años cierre del plato yugular

Tabla 3 Dimensiones de la porción basilar en mm (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer & MacLaughlin-Black 1994)

edad	n	promedio del ancho máximo	promedio en plano sagital	longitud máxima
2 semanas	3	14,5	11,3	15,6
3 semanas	1	16,9	12,7	17,0
4 semanas	1	15,6	12,6	16,8
7 semanas	1	15,5	11,6	15,9
3 meses	1	15,4	13,8	16,7
5 meses	1	18,4	13,4	18,1
8 meses	2	21,0	13,8	20,5
9 meses	3	20,5	13,9	19,6
11 meses	1	22,3	14,0	19,7
1 año	1	18,3	13,9	17,9
1 año 1 mes	2	22,1	14,8	19,8
1 año 2 meses	3	22,7	15,8	21,3
1 año 3 meses	1	23,6	16,8	22,7
1 año 4 meses	1	18,6	14,0	18,6
1 año 6 meses	3	21,9	15,5	20,8
1 año 8 meses	1	22,8	15,7	21,7
1 año 9 meses	1	22,7	16,8	21,3
2 años 3 meses	2	24,4	18,1	23,5
2 años 5 meses	2	25,8	17,5	24,2
2 años 6 meses	1	24,6	17,5	22,4
2 años 7 meses	4	25,9	17,4	24,2
2 años 9 meses	2	24,2	16,4	23,3
3 años 2 meses	1	23,2	16,6	22,7
3 años 4 meses	1	27,6	16,6	24,6
3 años 5 meses	1	26,1	18,1	24,1
3 años 7 meses	1	27,8	17,5	24,8
3 años 8 meses	1	27,3	15,5	24,0
4 años 3 meses	2	25,9	16,4	24,2
4 años 7 meses	1	26,2	15,3	23,9

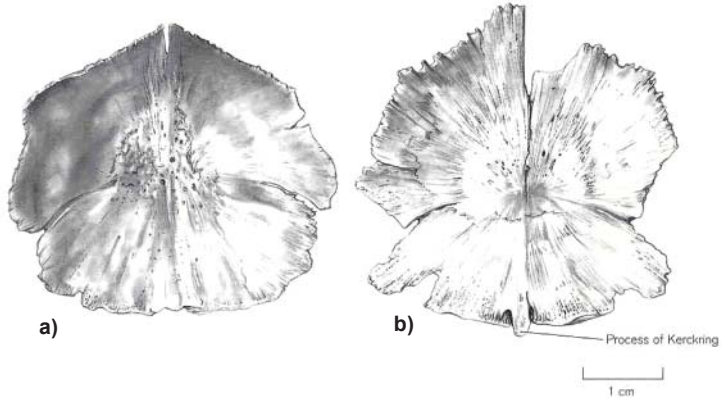


Fig. 6 Porción escamosa perinatal en especímenes de a) autopsia y b) arqueológico (por Scheuer & Black 2000)

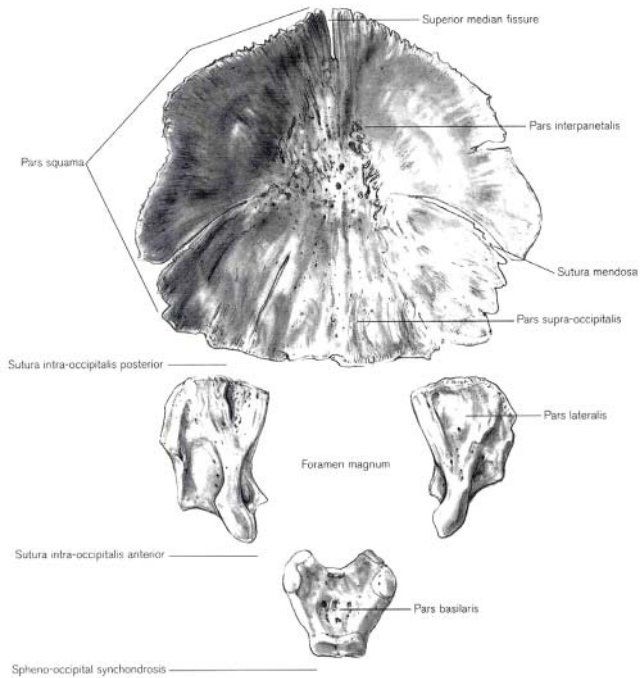


Fig. 7 Porciones del occipital perinatal (por Scheuer & Black 2000)

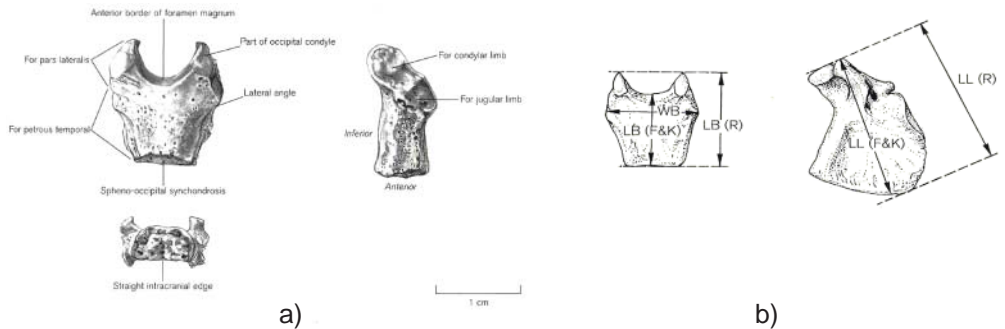


Fig. 8 A) Porción basilar perinatal, y b) puntos morfométricos de la porción basilar y porción lateral del occipital (por Scheuer & Black 2000)

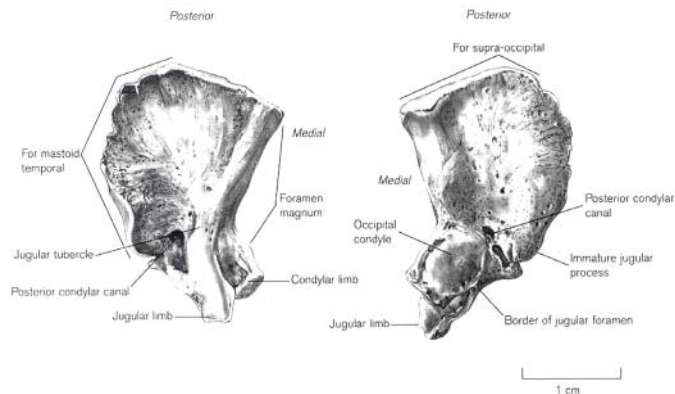


Fig. 9 Porción lateral perinatal (por Scheuer & Black 2000)

Esfenoides

Con tres meses intrauterinos los esfenoides inician a osificar con base en seis centros primarios. Dos de ellos para cada porción: ala menor, cuerpo y ala mayor. Los centros del cuerpo y ala menor a veces fusionan entre seis y siete meses, y los centros del ala mayor fusionan con ellos hacia ocho o nueve meses (figura 10). La sutura esfenobasilar no oblitera antes de los 18 años y sirve como criterio para el estado de la edad en restos adultos (comparar tomo III).



Desarrollo

fetal

9-10 semanas	inicio de la osificación del plato medio-pterigoide con parte lateral del ala mayor en membrana
12-14 semanas	aparición de los centros endocondrales para la parte post-esfenoides del cuerpo
12 semanas	inicio de la osificación del plato pterigoide lateral en membrana; aparición del centro endocondral para el hamulo
13 semanas	aparición del centro endocondral para la parte medial de los alas mayores
4-6 meses	aparición de los centros de la concha esfenoidal
5 meses	aparición del centro para la línula; fusión del ala menor al cuerpo
8 meses	platos pterigoide fusionan con los alas mayores; fusión de las partes pre- y postesfenoides del cuerpo
nacimiento	normalmente se representa con cuerpo y alas menores separados de los alas mayores, con platos pterigoide pegados
durante primer año	alas mayores fusionan al cuerpo; foramen oval completo; inicio de la neumatización del seno
2 años	foramen espinoso completo
5 años	silla dorsal osificada
4 años - pubertad	concha esfenoidal fusiona con etmoides

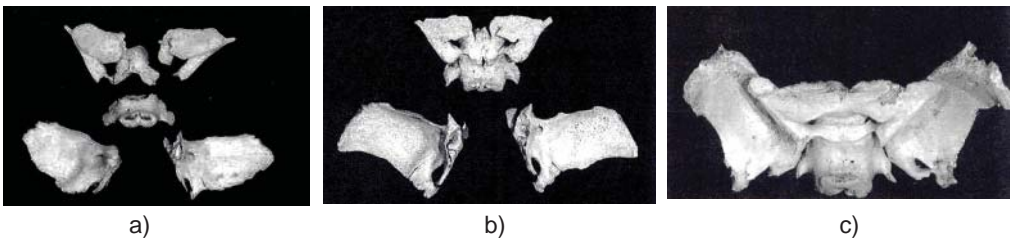


Fig. 10 Desarrollo del esfenoides; a) individuo en estado fetal; b) estado perinatal; c) 6 meses (por Scheuer & Black 2000)

Etmoides

El etmoides inicia su desarrollo hasta la 16 semanas fetales, cuando aparecen los laberintos. Por actividades de osteoclastos el etmoides crece con células de aire en el mismo laberinto.

Desarrollo

fetal

mes 5

aparición de los centros en el cartílago de la región concha del laberinto

nacimiento

representado por dos laberintos, unidos por cartílago

1-2 años

osificación del plato cribosa con crista galli y fusión con el laberinto

3-10 años

plato perpendicular osificado llega hasta el vomer y cola esfenoideal normalmente visible posteriormente

10 años – pubertad

expansión progresiva de la osificación hasta el septo nasal

20-30 años

fusión del etmoidal con el vomer

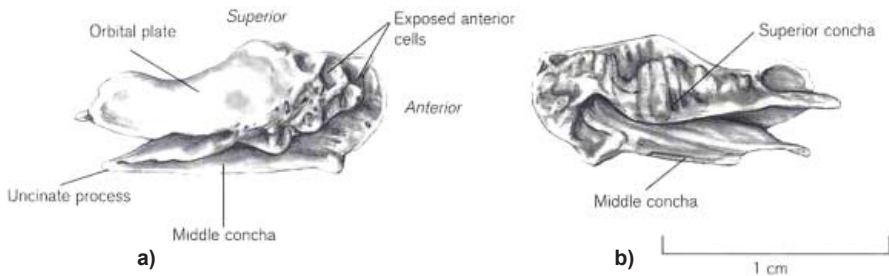


Fig. 11 Etmoides derecho perinatal en a) vista lateral y b) vista medial (por Scheuer & Black 2000)

Nasal

Cada uno de los nasales osifica de un centro primario, que aparece hacia los tres meses intrauterinos. Tabla 4 y 5 representan el desarrollo morfométrico documentado por Lang (1989).

Desarrollo

fetal

semanas 9-10

aparición de centros intramembranosos para cada hueso

meses 9-10

desarrollo del borde medial articular

nacimiento

aparición similar al hueso adulto con la excepción de diferente tasa longitud – anchura; bordes lisos y foramen vasculo en parte de abajo

3 años

borde superior dentado

pubertad

adopta la morfología adulta



Tabla 4 Dimensiones del nasal en mm (según Scheuer & Black 2000)

edad	altura		anchura	
	promedio	rango	promedio	rango
neonato	8.3	7.9-9	8.4	6-10
1 año	12.8	11-14	11.2	9-15
5 años	16.2	13-19	11.4	9-18
13 años	22.8	22-24	12.0	11-15
adulto	24.9	18-31	13.0	7-18

Altura: punto más alto de la sutura internasal

Anchura: distancia entre los dos nasales en el punto de intersección del proceso frontal del maxilar y el borde lateral

Tabla 5 Dimensiones de la apertura piriforme en mm (según Scheuer & Black 2000)

edad	altura		ancho superior		ancho inferior	
	promedio	rango	promedio	rango	promedio	rango
neonato	9.8	7-11	12.4	11-13.5	11.3	10-13
1 año	11.9	11-13	16.5	16-18	17.4	15-19
5 años	13.3	11-18	18.2	14-20	22.6	20-33
13 años	14.0	13-15	19.7	19-21	26.0	25-27
adulto	16.3	10-22	23.6	20-28	29.1	21-37

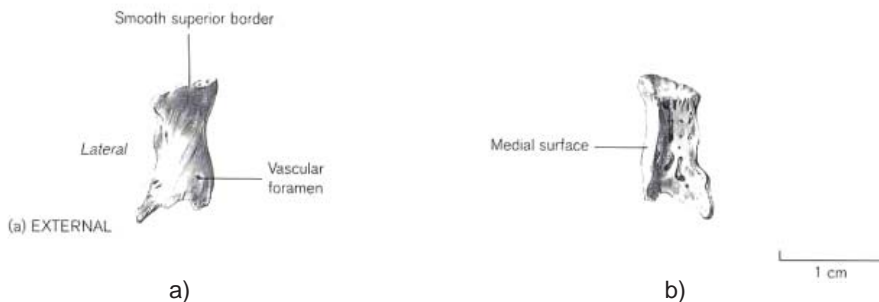


Fig. 12 Nasal perinatal; a) external y b) interno (por Scheuer & Black 2000)

Maxilar

El borde alveolar osifica a partir del tercer mes de vida intrauterina. En total, el maxilar tiene seis centros primarios de osificación, los cuales osifican hacia los seis meses intrauterinos. Al nacimiento se nota solamente un centro primario pero el premaxilar todavía queda como hueso aislado, que fusiona en los primeros meses después del nacimiento.

Desarrollo

fetal

semana 6 aparición de centro intramembranoso de osificación

semana 8 aparición del cuerpo y cuatro procesos

semanas 10-12 desarrollo del seno maxilar

semana 11 formación de las criptas de la dentadura decidual

semanas 14-16 inicio del desarrollo de los gérmenes dentales

semanas 17-18 criptas para los dientes deciduales completas

nacimiento presencia de las partes principales del hueso; seno rudimentario; coronas de los dientes deciduales en criptas; inicio de la calcificación del primer molar permanente

primeros años aumento gradual de tamaño del hueso; crecimiento del seno; erupción y sustitución de los dientes deciduales

12-14 años dentadura permanente erupcionada con excepción del M3

Tabla 6 refleja el desarrollo morfométrico del seno maxilar según Lang (1989), y figura 13 representa el maxilar en el estado perinatal.

Tabla 6 Dimensiones en mm del seno maxilar (según Scheuer & Black 2000, por Lang 1989)

edad	anchura		altura	
	promedio	rango	promedio	rango
<1 año	12.0	7.0-17.0	12.5	8.0-17.0
1 – 1,5 años	13.0	7.0-19.0	13.5	10.0-19.0
1,5 – 2 años	16.0	9.0-20.0	16.0	10.0-22.0
3 años	18.0	14.0-29.0	18.0	12.0-24.0
4 años	19.5	14.0-27.0	19.5	14.0-27.0
5 años	20.5	14.0-27.0	20.0	14.0-27.0
6 años	21.5	15.0-31.0	22.0	14.0-29.0
7 años	22.5	17.0-31.0	23.0	19.0-29.0
8 años	23.0	18.0-31.0	24.0	19.0-30.0
9 años	25.0	18.0-31.0	26.5	20.0-30.0
10 años	27.0	19.0-31.0	27.0	19.0-33.0
11 años	28.0	20.0-32.0	29.0	21.0-33.0
12 años	28.0	21.0-34.0	29.0	22.0-35.0
13 años	28.0	22.0-34.0	30.0	26.0-35.0
14 años	28.5	22.0-35.0	30.0	27.0-38.0

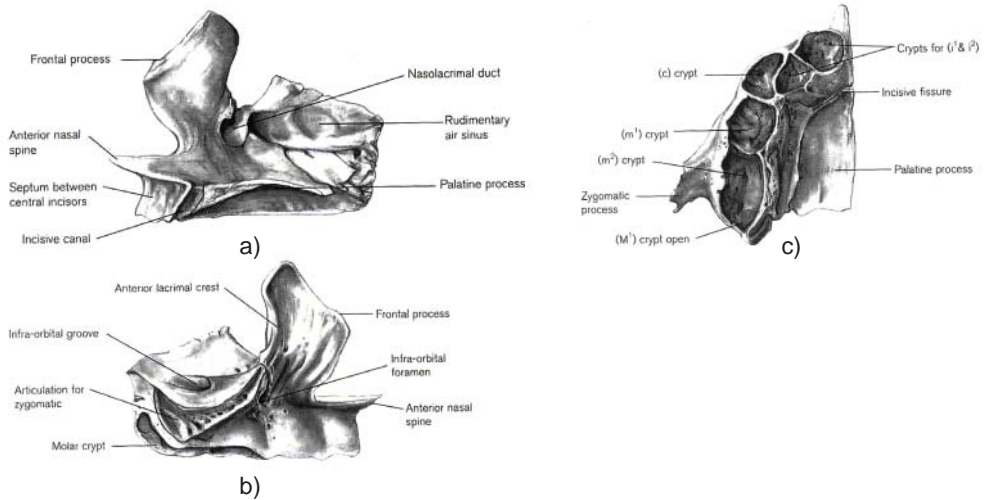


Fig. 13 Maxilar derecho perinatal en a) vista lateral; b) vista medial; c) vista basal (por Scheuer & Black 2000)

Lacrimal

Los dos lacrimales osifican de un centro primario, que aparece hacia el tercer mes de la vida intrauterina. Figura 14 representa al lacrimal en el estado perinatal.

Desarrollo

fetal

semana 10

aparición de centro intramembranoso de osificación

nacimiento

hueso largo y estrecho con sección estrecha a la cresta posterior

2-3 años

adopta la morfología adulta

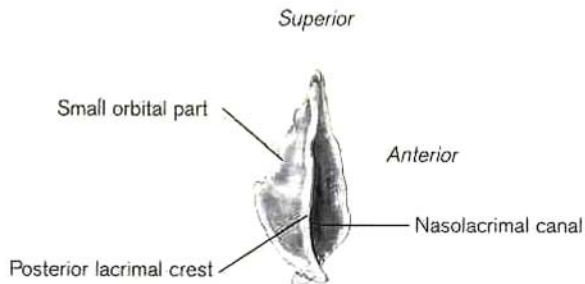


Fig. 14 Lacrimal derecho perinatal (por Scheuer & Black 2000)

Cigomático

La osificación del cigomático inicia hacia el segundo mes fetal, a partir de uno, dos o tres centros primarios. Hacia el tercer mes, los centros fusionan a un solo segmento, que está representado en su estado perinatal en la figura 15.

Desarrollo

- fetal
- semana 8 aparición de centro intramembranoso de osificación
- mes 6 adopta la morfología adulta
- nacimiento hueso trirradiado con escotadura en borde inferior
- 2-3 años adopta las proporciones adultas, con procesos del frontal y temporal dentados; presencia del tubérculo marginal y eminencia orbital

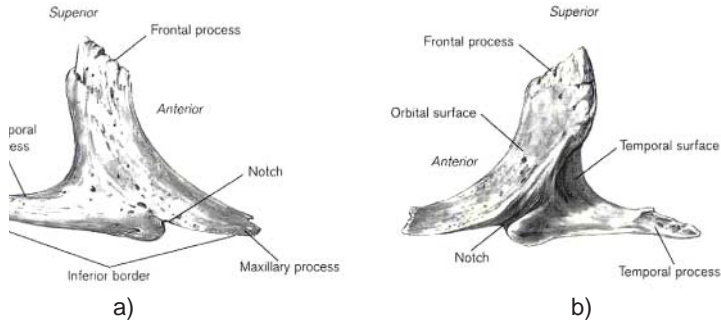


Fig. 15 Cigomático derecho perinatal en a) vista lateral y b) vista posteromedial (por Scheuer & Black 2000)

Palatino

El palatino osifica a partir de un solo centro primario, que aparece hacia los dos meses fetales. El estado perinatal está documentado en la figura 16.

Desarrollo

- fetal
- 7-8 semanas aparición del centro para el plato perpendicular
- 10 semanas desarrollo del proceso orbital y esfenoideal
- 18 semanas fusión del proceso palatal
- 20 semanas adopta la morfología, pero todavía no las proporciones adultas



nacimiento morfología adulta con la excepción, que los platos horizontal y perpendicular están de anchura y altura igual; proceso orbital aún no contiene células de aire

3 años aumento de la altura del plato perpendicular

pubertad morfología y proporción adulta

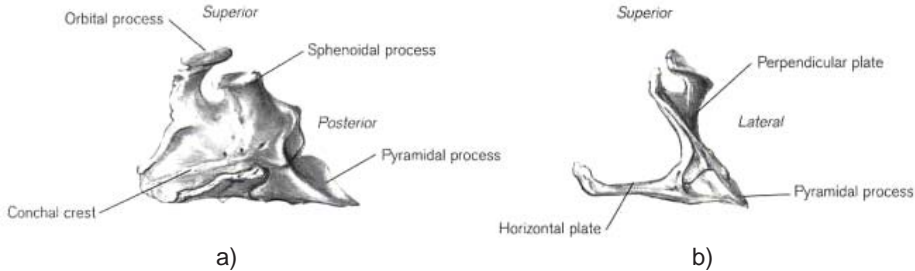


Fig. 16 Palatino derecho perinatal en a) vista medial y b) vista posterior (por Scheuer & Black 2000)

Concha nasal inferior

Cada concha nasal inferior osifica de un centro primario, que aparece hacia los cinco meses intrauterinos. Tabla 7 contiene mediciones para documentar el desarrollo de las conchas según Lang (1989), y figura 17 refleja la concha en su estado perinatal.

Desarrollo

fetal

semana 16

mes 7

mes 8

aparición de centros intramembranosos de osificación

desarrollo del proceso maxilar

desarrollo del proceso etmoidal y lagrimal

nacimiento

procesos

aparición como el hueso adulto, pero más arrugado, lagrimal, maxilar y etmoidal poco pronunciados

Tabla 7 Dimensiones de la concha nasal inferior en mm (según Scheuer & Black 2000)

edad	promedio	rango
neonato	20.50	17.5-23.0
1 año	26.37	22.5-30.5
5 años	33.31	32.0-39.0
13 años	40.01	38.0-42.0
adulto	43.43	35.0-51.0

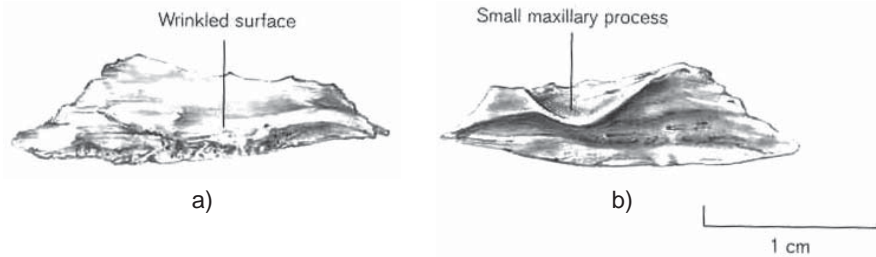


Fig. 17 Concha nasal derecha perinatal en a) vista medial y b) vista lateral (por Scheuer & Black 2000)

Vomer

El vomer inicia su osificación hacia el segundo mes fetal. Los centros de la osificación se desarrollan al lado del plato láminar. El estado perinatal está documentado en la figura 18. Los dos platos se unen en la adolescencia.

Desarrollo

fetal

9-10 semanas

aparición de dos centros intramembranosos de osificación

11-12 semanas

fusión de borde inferior

3-5 meses

cambio de forma U hasta forma de una Y

nacimiento

hueso en forma de barca compuesto de dos láminas

3-10 años

osificación del plato perpendicular del etmoidal hasta el vomer

10 años - pubertad

fusión de los bordes de la grieta del vomer y formación del canal

20-30 años

normalmente fusionan el vomer con el plato perpendicular del etmoidal

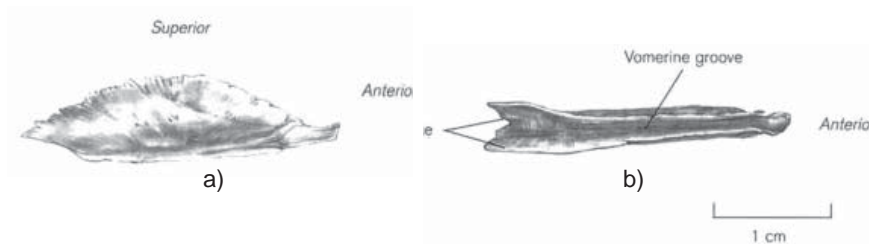


Fig. 18 Vomer perinatal en a) vista lateral y b) vista superior (por Scheuer & Black 2000)



Mandíbula

La osificación de la mandíbula inicia hacia los dos meses fetales en el área del medio-cuerpo. En la región del proceso coronoides y el cóndilo los tejidos membranosos se transforman primero en cartílago antes de osificarse. Al nacimiento, las dos partes de la mandíbula todavía están separadas (figura 19) y se unen en la sínfisis mandibular hacia el primer año.

Desarrollo

fetal

semana 6	centro intramembranoso de osificación con cartílago de Meckel
semana 7	distinción del proceso coronoide
semana 8	proceso coronoide se une con la masa principal
semana 10	cóndilos y proceso coronoides identificables; osificación de la parte anterior de cartílago de Meckel
semanas 12-14	aparición de cartílagos secundarios para cóndilo, coronoide y sínfisis
semanas 14-16	inicio del desarrollo de los gérmenes dentales
nacimiento	mandíbula presenta dos partes simétricas
durante primer año	fusión de las dos porciones en la sínfisis
infancia	aumento de tamaño y de la forma; erupción de la dentadura primaria y sustitución por la dentadura permanente
12-14 años	dentadura permanente completa con excepción de los M3

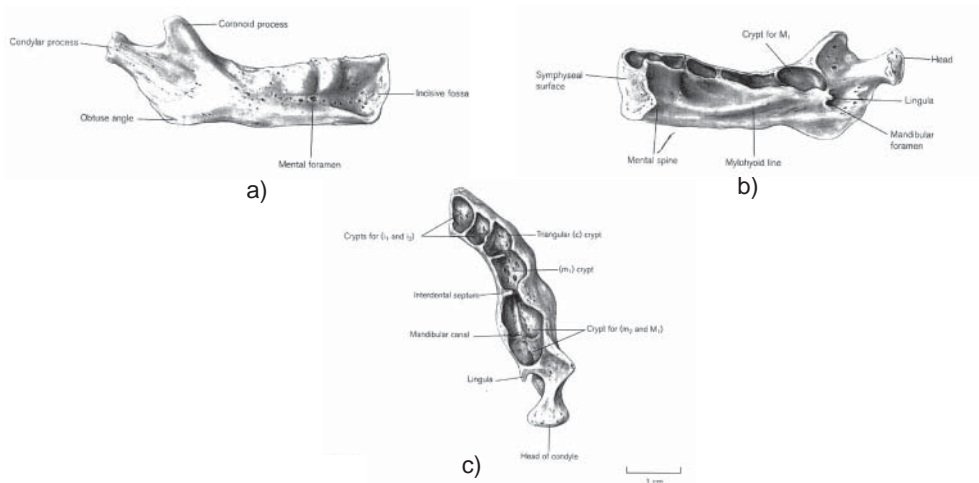


Fig. 19 Mandíbula derecha perinatal en a) vista lateral; b) vista medial y c) vista oclusal (por Scheuer & Black 2000)

Como regla general para la determinación de la edad con base en restos subadultos, se establecieron los siguientes criterios:

- Durante los primeros tres meses: cierre de la fontanela posterior y las fontanelas laterales anteriores
- Hasta el noveno mes: fusión del ala mayor con el cuerpo del esfenoideas
- Durante primer año: fusión de las fontanelas laterales posteriores y fusión de la sínfisis mandibular
- Durante los primeros dos años: fusión de la fontanela anterior y la sutura frontal
- Hasta fin del tercer año: fusión de la porción lateral con porción basilar del occipital
- Hasta fin del sexto año: fusión de la escama y porciones laterales del occipital

La siguiente tabla da un resumen sobre las osificaciones craneales más significativas para la determinación de la edad.

Tabla 8 Estimación de edad en subadultos con base en osificación

hueso	elemento	fusión completa
temporal	anillo timpánico con escamosa	neonato
temporal	esfenoideas con mastoideo	neonato
temporal	anillo timpánico con porción petrosa	0,5 años
temporal	anillo timpánico completo	< 5 años
temporal	foramen Huschke	< 5 años
frontal	partes derecha e izquierda	> 1 año
mandíbula	sínfisis mandibular	± 1 año
occipital	sutura mendosa	± 1 año
occipital	porción lateral con escamosa occipital	1-3 años
occipital	canal hipoglosal	2-4 años
occipital	porción basilar con lateral	5-7 años
occipital	sincondrosis eseno-occipital	11-18 años

1.3. Formación y erupción dental

El desarrollo dental posee el potencial para la estimación de la edad durante toda la niñez. La misma estimación, mediante estudios de la formación y erupción de coronas y raíces, es un procedimiento complejo por cuanto estos eventos ocurren en momentos difícilmente observables por investigadores. Su análisis poblacional exige la observación mensual, semanal e inclusive a diario de los pacientes, sea la investigación de tipo longitudinal (la observación de los mismos sujetos en un intervalo de tiempo consecutivo) o transversal (sujetos de diferentes edades analizados al mismo tiempo).



Normalmente, para la observación del estado dental se utilizan radiografías. En casos excepcionales se puede utilizar también dientes aislados para lograr una estimación general de la edad. En caso de indisponibilidad de placas radiográficas, se analiza la erupción y oclusión dental. Normalmente, los resultados son más precisos para niños menores a causa de la mineralización determinada y menor influencia ambiental (como malnutrición aguda) que pueden además provocar caries o pérdida de piezas dentales.

Como se ha mencionado anteriormente, el desarrollo dental es controlado por factores genéticos y sufre por ello poca influencia ambiental (ver Dahlberg & Menegaz-Boch 1958, Steggerad & Hill, 1942, Smith 1991, Ubelaker 1999). Los factores funcionales, endocrinos u hormonales, metabólicos, biológicos, geográficos y socio-ambientales también influyen al desarrollo dental. La aparición del primer molar coincide con la terminación de la primera infancia, la emergencia del segundo molar marca el final de la segunda infancia, el inicio de las grandes transformaciones de la pubertad y la aparición de los rasgos sexuales secundarios. La salida del tercer molar o muela del juicio marca el final del desarrollo y el inicio de la vida adulta.

Así se ha establecido la siguiente secuencia cronológica general para la determinación de la edad dental:

6 meses:	aparecen primeros dientes deciduos (incisivos centrales mandibulares)
2 años:	erupción completa de los dientes deciduos
2-6 años:	calcificación de las raíces dentales
6 años:	primer molar mandibular permanente
6,5 años:	inicio de caída de los dientes deciduos (primero los incisivos)
6,5-11 años:	sustitución por los dientes permanentes
12 años:	aparición del 2do. molar
~18 años:	aparición del 3er. molar

Formación dental

El proceso del crecimiento de los dientes se caracteriza por la deposición del esmalte y del material óseo, iniciando en los puntos de las cúspides y corriendo hasta los ápices. Aunque el proceso es continuo, es conveniente dividirlo en distintas etapas, basadas en la cantidad de la calcificación. El esquema más común es el de Moorrees y colaboradores (MFH, 1963a, b) para dentadura decidua (ver figura 20) y permanente (figura 21) con base en dientes de una raíz (incisivos, caninos, premolares) y de múltiples raíces (molares). Los datos tienen su base en una muestra de 246 niños con origen en los EEUU. Los autores propusieron varios estados de formación de la corona, raíz y ápice, tanto de los caninos mandibulares deciduos, los molares deciduales y los molares mandibulares permanentes. El método MFH fue aplicado y evaluado en varias pruebas y se encontró, que el período de completación de la corona en M1 y en incisivos, así como la formación de la raíz en M1 estaban subestimadas. Otros puntos críticos son la sobre-estimación en niños menores y la sub-estimación en

niños mayores. Dando cuenta de ello, varios investigadores modificaron los datos al respecto con base en su muestra bajo estudio, pero siempre orientándose a las etapas establecidas (por ejemplo Anderson et al 1976, Haavikko 1970). Las modificaciones hechas por Smith (1991) facilitan la aplicación como predicción de la edad y muestran buena afinidad con muestras sudamericanas (ver tabla 14).

Tablas 9-13 que se presentan a continuación han sido diseñadas para la predicción de la edad basada en estados de desarrollo y son apropiadas, cuando se quiere estimar la edad dental de un individuo infantil. Para estimar la edad de una persona se analiza independientemente cada diente y posteriormente se establece el promedio de todas las edades establecidas, la cual corresponde a la edad asignada (ver Smith 1991). Se toma en cuenta, que existen diferencias y variaciones en el campo sexual y dentro y entre poblaciones; la niñas por ejemplo son más precoces que los niños; niños negroides crecen más rápido, mientras que los mongoloides son los más lentos. Especialmente en la población rural en Guatemala se han observado retrasos del desarrollo óseo-dental.

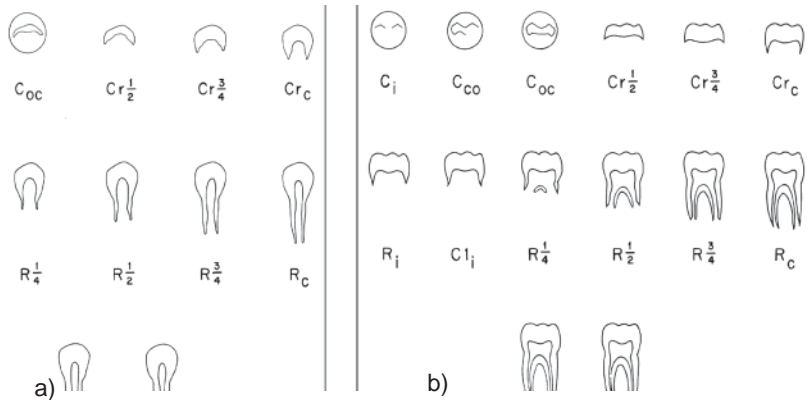


Fig. 20 Formación de corona, raíz y ápice de dentadura decidua según el esquema MFH para a) caninos y b) molares (por Ubelaker 1999)

Tabla 9 Estados del desarrollo de la dentadura decidua en relación a la edad según el sistema MFH (según Steele & Bramblett 2000)

	masculino			femenino		
	dc	dp1	dp2	dc	dp1	dp2
corona 1/2	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1
corona completa	0,7 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,7 ± 0,1
raíz 1/2	1,2 ± 0,2	1,0 ± 0,1	1,6 ± 0,2	1,4 ± 0,2	0,9 ± 0,2	1,6 ± 0,2
raíz completa	2,0 ± 0,2	1,4 ± 0,2	2,1 ± 0,4	2,1 ± 0,2	1,4 ± 0,2	2,0 ± 0,2
ápice completo	3,1 ± 0,4	2,0 ± 0,2	3,1 ± 0,4	3,0 ± 0,4	1,7 ± 0,4	2,7 ± 0,4



Tabla 10 Cronología de Sunderland (1987) de la dentición decidual (según Scheuer & Black 2000).

diente	50. percentil	rango
di1	15	13-17
di2	17	14-19
dc	19	17-20
dm1	16	14-17
dm2	19	18-20

Se documenta el inicio de la mineralización en semanas posfertilizantes

Tabla 11 Formación de los dientes deciduales (según Liversidge et al. 1998)

		corona completa	raíz completa	ápice completo
i ¹		0,1	1,5	2,6
i ₁		0,1	1,1	2,3
i ₂		0,2	1,5	2,6
fem	c	0,68 ± 0,14	2,04 ± 0,29	3,00 ± 0,38
masc	c	0,67 ± 0,14	1,92 ± 0,27	3,10 ± 0,38
fem	m1	0,33 ± 0,12	1,25 ± 0,20	1,80 ± 0,26
masc	m1	0,42 ± 0,12	1,30 ± 0,20	1,95 ± 0,27
fem	m2	0,68 ± 0,14	1,98 ± 0,28	2,85 ± 0,36
masc	m2	0,69 ± 0,14	2,08 ± 0,28	3,08 ± 0,38

Tabla 12 Formación de la corona y raíz terminada (en años) (según Scheuer & Black 2000)

	promedio		Moorrees et al. 1963 ± 2 desviaciones de error		Kronfeld & Schour 1939		Liversidge et al. 1993 rango o edad última	
	corona	raíz	corona	raíz	corona	raíz	corona	raíz
di1	-	-	-	-	0,1-0,2	1,5	0,1	1,1-1,6
di2	-	-	-	-	0,2	1,5-2,0	0,4	1,5
dc	-	-	-	-	0,7	3,25	0,7-1,4	2,6-2,9
fem	0,7	3,0	0,4-1,0	2,3-3,8	-	-	-	-
masc	0,7	3,1	0,4-1,0	2,4-3,8	-	-	-	-
dm1	-	-	-	-	0,5	2,25	0,4-0,8	2,6
fem	0,3	1,8	0,1-0,5	1,3-2,3	-	-	-	-
masc	0,4	2,0	0,2-0,7	1,5-2,5	-	-	-	-
dm2	-	-	-	-	0,8-0,9	3,0	0,7-1,4	3,0
fem	0,7	2,8	0,4-1,0	2,2-3,6	-	-	-	-
masc	0,7	3,1	0,4-1,0	2,4-3,9	-	-	-	-

Tabla 13 Predicción de la edad según Smith (1991) a partir de los estados de la formación de los dientes mandibulares permanentes (según Scheuer & Black 2000)

	masculinos								femeninos							
	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3
formación inicial cúspide	-	-	0,6	2,1	3,2	0,1	3,8	9,5	-	-	0,6	2,0	3,3	0,2	3,6	9,9
cúspide fusión	-	-	1,0	2,6	3,9	0,4	4,3	10,0	-	-	1,0	2,5	3,9	0,5	4,0	10,4
cúspide contorno completa	-	-	1,7	3,3	4,5	0,8	4,9	10,6	-	-	1,6	3,2	4,5	0,9	4,5	11,0
corona ½	-	-	2,5	4,1	5,0	1,3	5,4	11,3	-	-	2,5	4,0	5,1	1,3	5,1	11,5
corona 3/4	-	-	3,4	4,9	5,8	1,9	6,1	11,8	-	-	3,5	4,7	5,8	1,8	5,8	12,0
corona completa	-	-	4,4	5,6	6,6	2,5	6,8	12,4	-	-	4,3	5,4	6,5	2,4	6,6	12,6
formación inicial raíz	-	-	5,2	6,4	7,3	3,2	7,6	13,2	-	-	5,0	6,1	7,2	3,1	7,3	13,2
raíz concavidad	-	-	-	-	-	4,1	8,7	14,1	-	-	-	-	-	4,0	8,4	14,1
raíz 1/4	-	5,8	6,9	7,8	8,6	4,9	9,8	14,8	4,8	5,0	6,2	7,4	8,2	4,8	9,5	15,2
raíz 1/2	5,6	6,6	8,8	9,3	10,1	5,5	10,6	15,6	5,4	5,6	7,7	8,7	9,4	5,4	10,3	16,2
raíz 2/3	6,2	7,2	-	-	-	-	-	-	5,9	6,2	-	-	-	-	-	-
raíz 3/4	6,7	7,7	9,9	10,2	11,2	6,1	11,4	16,4	6,4	7,0	8,6	9,6	10,3	5,8	11,0	16,9
raíz completa	7,3	8,3	11,0	11,2	12,2	7,0	12,3	17,5	7,0	7,9	9,4	10,5	11,3	6,5	11,8	17,7
ápice ½	7,9	8,9	12,4	12,7	13,5	8,5	13,9	19,1	7,5	8,3	10,6	11,6	12,8	7,9	13,5	19,5
ápice completo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

En las tablas de Moorrees, Fanning y Hunt (1963) los resultados aplicados a poblaciones canadienses muestran una desviación estándar de +/-0,56 años para un sólo diente y de +/-0,09 años cuando se promedian cinco o más dientes, sugiriendo que la edad de una persona joven se puede estimar con un margen de error cercano a los dos meses (Smith, 1991). Definitivamente dichos rangos pueden cambiar según la muestra bajo estudio. La aplicación de las tablas en una muestra de Arikara resultó por ejemplo. en la sobre estimación de dos años al utilizar los terceros molares, en comparación con los premolares o incisivos mandibulares, que refleja al final el retraso en el desarrollo óseo-dental de la muestra.

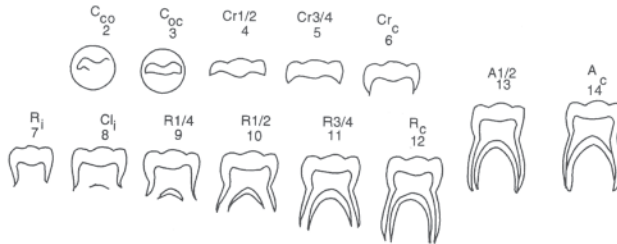


Fig. 21 Mineralización de molares permanentes según el esquema MFH: 2) cúspide fusión; 3) cúspide contorno completo; 4) corona ½; 5) corona ¾; 6) corona completa; 7) formación inicial raíz; 8) raíz concavidad; 9) raíz ¼; 10) raíz ½; 11) raíz ¾; 12) raíz completa; 13) ápice ½; 14)ápice completo (por Byers 2001)

Otro esquema fue presentado por Demirjian (1978), Demirjian et al. (1973, 1976, 1980), que toma en cuenta una escala del desarrollo dental descrito desde A hasta H (ver figura 22, 23). Su muestra fue de niños franco-canadienses a los cuales se les tomaron radiografías de las mandíbulas, en un estudio longitudinal. Originalmente se ha elaborado este sistema para la determinación de la madurez dental, pero también se puede aplicarlo para la estimación de la edad (ver tabla 14). En este método no se observa la formación de piezas dentales mandibulares a través de la corona, raíz y ápice de manera separada, sino conjunta. A partir del estado D, los investigadores observaron diferencias del desarrollo respecto al sexo del individuo, es decir que los niños desarrollan más lento.

Tabla 14 Formación y emergencia dental según el esquema de Demirjian (según El Nofely & Iscan 1989)

sexo	diente	A	B	C	D	E	F	G	H	emergencia
fem	M ₂	3,5	4,0	4,6	5,9	7,9	9,9	11,5	14,9	11,3
masc	-	3,5	4,0	4,9	6,3	8,5	10,4	12,0	15,3	11,6
fem	M ₁	-	-	-	-	3,7	5,2	6,3	9,5	6,1
masc	-	-	-	-	-	4,1	5,4	6,7	10,2	6,3
fem	PM ₄	3,8	4,1	4,7	5,6	7,1	9,3	11,1	13,6	11,2
masc	-	3,8	4,1	4,7	5,9	7,6	9,6	11,6	14,2	11,6
fem	PM ₃	-	-	3,5	4,2	6,0	8,6	10,1	12,7	10,3
masc	-	-	-	3,6	4,5	6,5	9,1	10,8	13,4	10,5
fem	C	-	-	-	2,9	4,9	7,6	9,6	12,2	9,6
masc	-	-	-	-	3,3	5,4	8,5	10,6	13,4	10,5
fem	I ₂	-	-	-	-	3,7	6,1	7,3	9,2	7,1
masc	-	-	-	-	-	4,4	6,5	7,7	9,6	7,4
fem	I ₁	-	-	-	-	3,5	5,3	6,5	8,1	6,0
masc	-	-	-	-	-	3,9	5,7	6,8	8,5	6,4

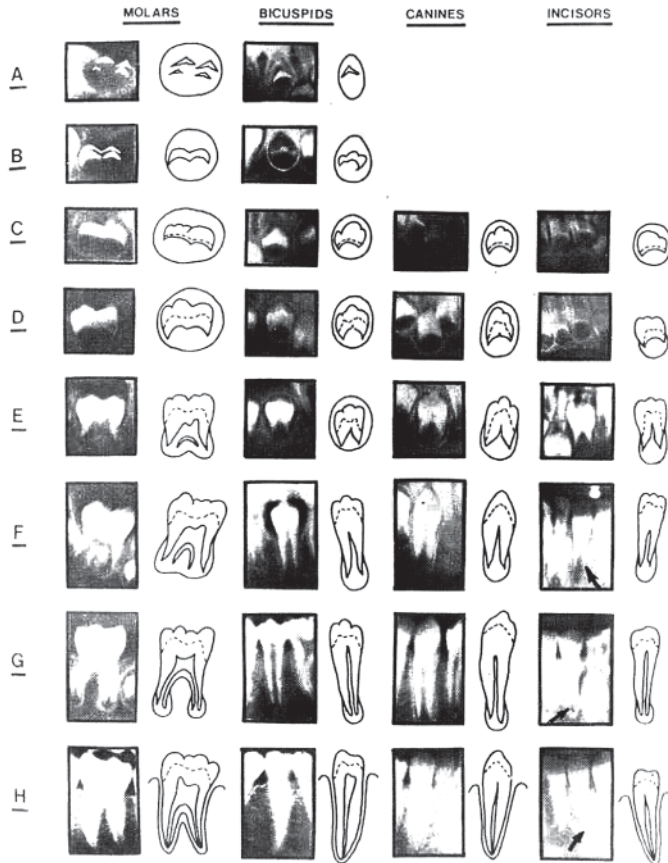


Fig. 22 Esquema del desarrollo dental por Demirjian (1978); A) inicio de formación de la cúspide; B) superficie oclusal completa; C) corona $\frac{1}{2}$; D) corona completa; E) raíz $\frac{1}{4}$; F) raíz $\frac{2}{3}$; G) raíz completa; H) ápice cerrado (por El Nofely & Iscan 1989)

Gustafson & Koch (1974) elaboraron otro diagrama del desarrollo dental (ver figura 23) con base en radiografías de 41 niños. La aplicación parece fácil cuando se definen los triángulos como etapas de inicio de la mineralización, formación de la corona completa y formación de la raíz completa, los tres criterios del estudio. Los ápices de los triángulos indican el promedio y las bases el rango. En evaluaciones de este método se ha encontrado buena confiabilidad, también en hallazgos arqueológicos. Sin embargo, se documentó un alto error entre los investigadores. De todos modos, la metodología de Gustafson & Koch es útil para material antropológico porque funciona aún con ausencia de piezas dentales.

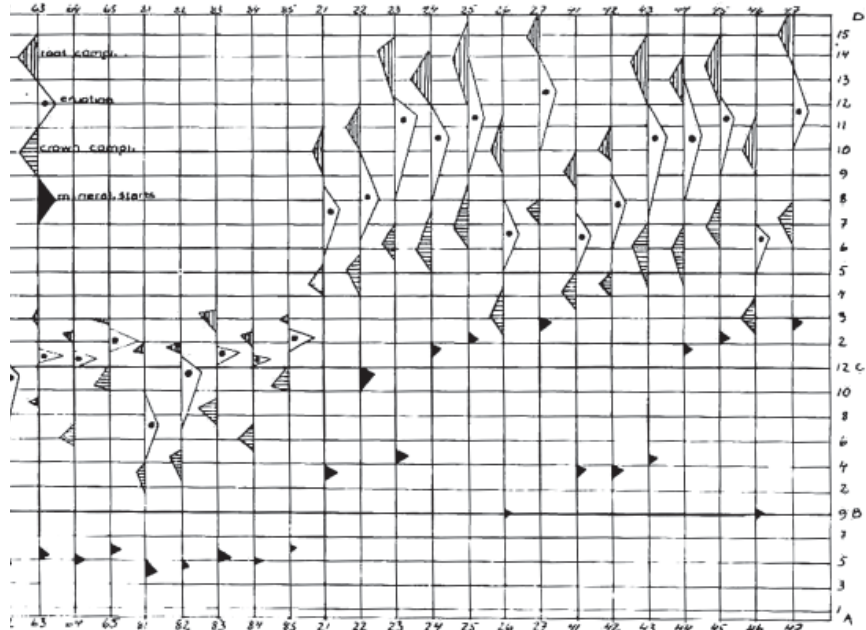


Fig. 23 Diagrama de formación dental por Gustafson & Koch; A-B) fetal; B-C) primer año; C-D) 2-16 años; 61-65) deciduales maxilares izquierdos; 81-85) deciduales mandibulares derechos; 21-27) permanentes maxilares izquierdos; 41-47) permanentes maxilares derechos (por Hillson 2002)

También se puede establecer una relación entre edad y la longitud de dientes, la cual da información sobre el estado de maduración (tabla 15, 16). Comparando esquemas radiográficos con material arqueológico de Inglaterra con edades y sexos conocidos (referencia de Spitalfield), se observa que la maduración dental completa en los infantes de los épocas históricas ocurría de manera más tardía.

Tabla 15 Estimación de la edad en niños a través de la longitud (mm) de los dientes deciduales en proceso de desarrollo (según Liversidge et al. 1998)

diente	ecuación
di1	$-0,653 + 0,144 \times \text{longitud} \pm 0,19$
di2	$-0,581 + 0,153 \times \text{longitud} \pm 0,17$
C	$-0,648 + 0,209 \times \text{longitud} \pm 0,22$
dm1	$-0,814 + 0,222 \times \text{longitud} \pm 0,25$
dm2	$-0,904 + 0,292 \times \text{longitud} \pm 0,26$

Tabla 16 Estimación de la edad en niños a través de la longitud (mm) de dientes permanentes (según Liversidge et al. 1998)

diente	ecuación	longitud máxima
I1	$0,237 - 0,018 \times \text{longitud} + 0,042 \times (\text{longitud})^2 \pm 0,21$	<11,3
I ²	$-0,173 + 0,538 \times \text{longitud} + 0,003 \times (\text{longitud})^2 \pm 0,14$	<9,9
I ₂	$0,921 - 0,281 \times \text{longitud} + 0,075 \times (\text{longitud})^2 \pm 0,12$	<9,8
C	$-0,163 + 0,294 \times \text{longitud} + 0,028 \times (\text{longitud})^2 \pm 0,25$	<9,8
M1	$-0,942 + 0,441 \times \text{longitud} + 0,010 \times (\text{longitud})^2 \pm 0,25$	<11,5

El tercer molar es el diente más variable en tamaño, forma, presencia o ausencia, formación y tiempo de erupción. Por eso, el estudio del mismo no parece factible, pero el American Board of Forensic Odontology pudo establecer unos estándares al respecto, con base en población de americanos caucasoides (ver tabla 17 y figura 24, Mincer et al. 1993).

Tabla 17 Desarrollo del tercer molar (según Hillson 2002)

	probabilidad (%) de un individuo > 18 años			
	masculino		femenino	
	M ³	M ₃	M ³	M ₃
grado				
corona completa	15,9	6,1	9,7	11,3
furcación de raíz, long. raíz < alt. corona	27,8	69,4	28,4	27,4
longitud de la raíz = altura de la corona	44,0	40,5	50,4	43,2
paredes de las raíces paralelas, ápices abiertos	46,8	56,0	63,3	69,8
ápices cerrados	85,3	90,1	89,6	92,2

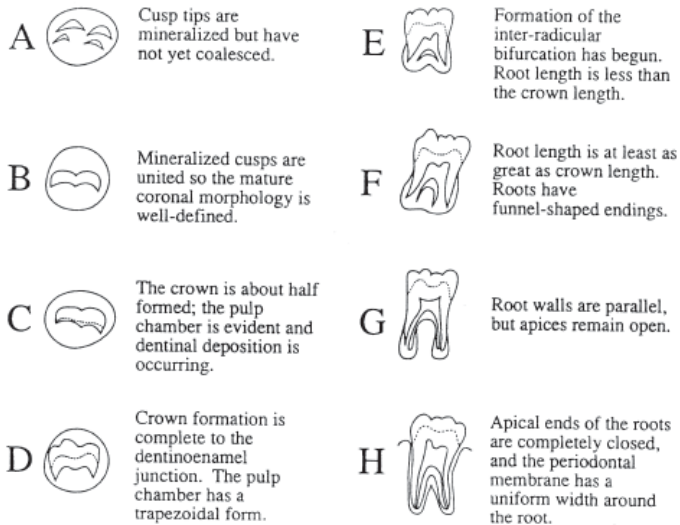


Fig. 24 Las ocho etapas de la formación de la corona y raíz del tercer molar (por Hillson 2002)

Formación y erupción dental

Basándose en los estudios de Logan & Kronfeld (1933) en 1941, Schour & Massler publicaron su estudio inicial con un diagrama sobre el desarrollo dental, vinculando tanto la formación como la erupción de las piezas dentales. Dividieron el desarrollo en 22 etapas asociadas a edades específicas (figura 25). Su muestra consistió en niños enfermos, que murieron en su mayoría antes de cumplir dos años. En evaluaciones de este método se ha encontrado la mayor confiabilidad en muestras arqueológicas subalimentadas para los niños menores.

El esquema elaborado por Ubelaker (1978, 1999) es el más recomendable para la utilización en casos de población amerindia, a causa de la muestra representativa que dicho autor analizó. Es el estudio sobre la emergencia más reconocido por la comunidad científica que parece ser la mejor metodología para este grupo étnico (ver figura 26). Basado en la investigación de Schour & Massler (ver siguiente página), Ubelaker añadió rangos de la edad para las etapas. Para reducir la variabilidad o los rangos se quitan los dientes que se desarrollan en manera variable, como los caninos o los terceros molares de la observación. De todos modos, cada etapa incluye un rango de variación. La formación parece como criterio más eficaz que la erupción, que se refiere a la emergencia clínica y no a la alveolar, la cual se observa en los restos esqueletizados.

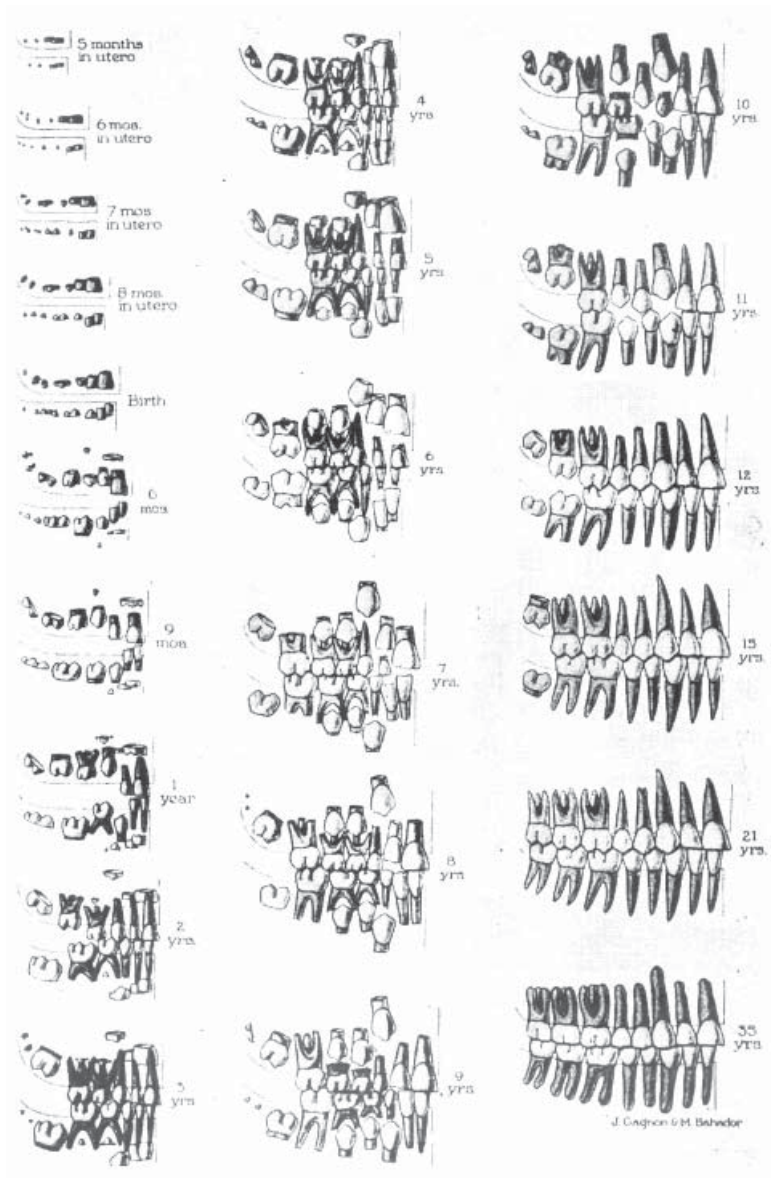


Fig. 25 Diagrama del desarrollo dental según Schour & Massler (por Hillson 2002)

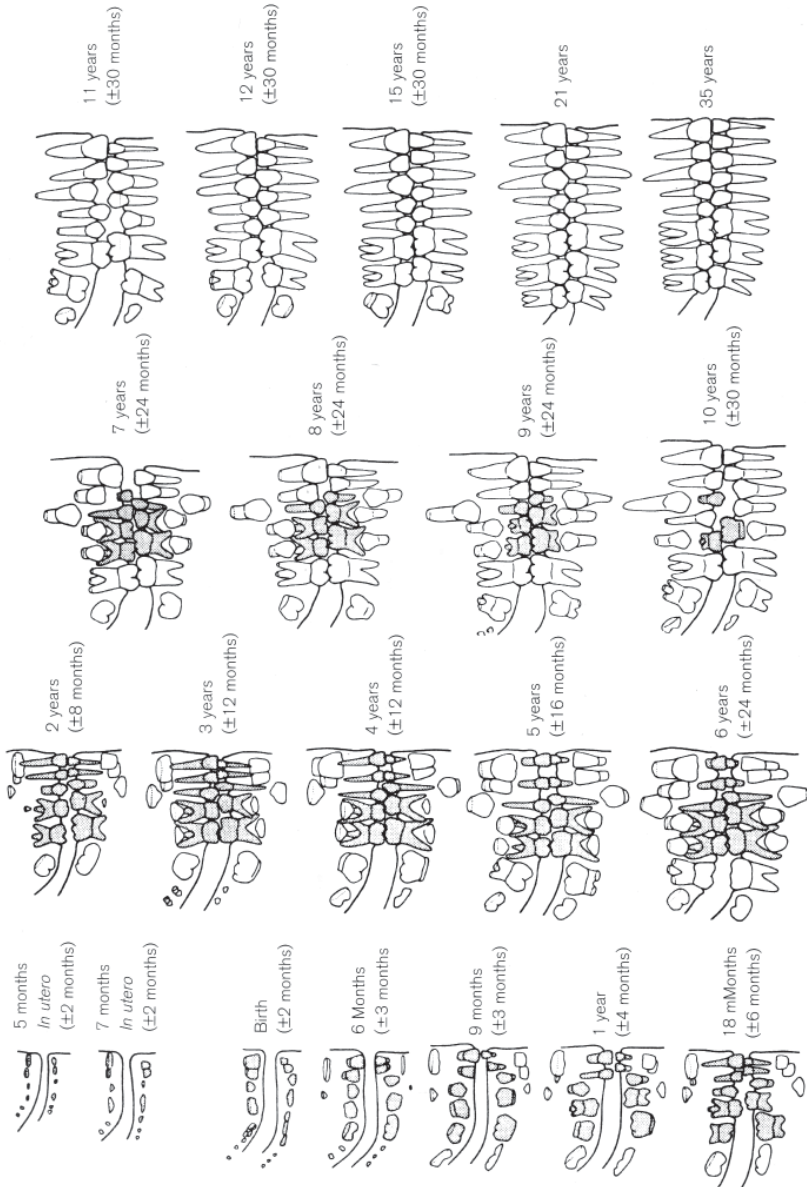


Fig. 26 Desarrollo dental según Ubelaker (por Scheuer & Black 2000)

Erupción dental

La erupción es el proceso, en el cual el diente sale de su cripta ósea hasta la emergencia en la boca. Esta ocurre cuando las raíces han desarrollado hasta la mitad o hasta tres cuartos de su longitud final, con lo cual los dientes salen clínicamente. El tiempo de emergencia fue documentado por varios autores usando metodologías variables o no homogenizadas.

En general se tratan los siguientes cuatro estados:

- 1) Emergencia alveolar
- 2) Emergencia gingival (erupción clínica)
- 3) Oclusión
- 4) Exfoliación (reabsorción de la raíz)

La mayoría de los estudios se refieren a la emergencia gingival (ver tablas 18-21) que se realiza según el ritmo M¹, I¹, I², P¹, C, P², M² para el maxilar y M₁, I₁, I₂, C, P₁, P₂, M₂ en la mandíbula. Se observa una correlación estrecha entre los lados y generalmente las piezas mandibulares aparecen antes que sus antagonistas del maxilar, especialmente los dientes anteriores. En general, la emergencia de la dentadura permanente es más rápida en niñas que en niños.

Tabla 18 Erupción de dientes deciduos (en meses, según Steele & Bramblett 2000)

diente	i ₁	i ¹	i ²	i ₂	pm ³	pm ₃	c	c	pm ⁴	pm ₄
erupción (meses)	6-8	9-12	12-14	14-15	15-16	15-16	20-24	20-24	30-32	30-32

Tabla 19 Manifestación de la dentición primaria según Lysell et al. (en meses, según Scheuer & Black 2000)

	diente	promedio	rango ± 1 desviación estándar
maxilar	i ¹	10	8-12
	i ²	11	9-13
	c	19	16-22
	m ¹	16	13-19 (masc) / 14-18 (fem)
	m ²	29	25-33
mandíbula	i ₁	8	6-10
	i ₂	13	10-16
	c	20	17-23
	m ₁	16	14-18
	m ₂	27	21-31 (masc) / 24-30 (fem)



Tabla 20 Erupción de dientes permanentes (en meses, según Steele & Bramblett 2000)

	I ¹	I ₁	I ²	I ₂	C ¹	C ₁	PM ³	PM ₃	PM ⁴	PM ₄	M ¹	M ₁	M ²	M ₂	M ³	M ₃
m	5,8-9,0	5,0-8,0	6,7-10,5	5,9-9,4	9,0-14,3	8,3-13,2	7,5-12,2	7,9-13,7	8,1-14,2	8,1-14,7	4,8-7,9	4,6-7,7	9,9-15,3	9,4-14,7	16,5-27,0	16,5-27,0
f	5,6-8,7	5,6-8,7	6,2-10,1	5,6-9,0	8,2-13,6	7,3-12,3	7,1-12,9	7,3-13,0	7,8-13,9	7,5-14,1	4,6-7,7	4,3-7,5	9,5-14,9	8,9-14,3	16,5-27,0	16,5-27,0

La tabla 21 refleja datos de emergencia dental de las piezas permanentes analizadas en poblaciones relativamente cercanas.

Tabla 21 Emergencia de dentadura permanente (según El Nofely & Iscan 1989)

hueso	sexo	n	población	I ¹	I ²	C ₁	PM ³	PM ⁴	M ¹	M ²	M ³
max	fem	487	Pima Indian	4.87	5.8	11.38	7.47	8.43	10.94	9.63	10.73
		458	SO Dominicanos	4.58	6.50	11.60	6.50	6.90	10.60	9.00	10.20
man		587	Pima Indian	4.87	5.43	10.80	6.15	7.32	9.66	9.87	10.73
		361	SO Dominicanos	3.61	6.92	11.47	6.53	7.68	10.45	10.78	11.28
max	masc	470	Pima Indian	4.70	5.98	11.67	7.83	8.74	11.66	10.08	11.33
		442	SO Dominicanos	4.42	6.90	12.00	6.90	7.30	9.40	9.60	9.80
man		470	Pima Indian	4.70	5.84	11.29	6.26	7.65	10.78	10.43	11.39
		442	SO Dominicanos	4.42	6.50	11.70	6.70	7.20	10.20	10.20	11.20

Tabla 22 Manifestación alveolar y clínica de los dientes permanentes (según Liversidge et al. 1998)

		masculinos				femeninos			
		maxilar		mandíbula		maxilar		mandíbula	
diente	fase	media	error estándar	media	error estándar	media	error estándar	media	error estándar
I1	alv	6,2	0,86	5,9	0,74	6,1	0,35	5,8	0,43
	clin	6,9	0,86	6,3	0,70	6,7	0,66	6,2	0,55
I2	alv	7,3	1,29	6,9	0,78	7,0	0,90	6,5	0,55
	clin	8,3	1,25	7,3	0,70	7,8	0,86	6,8	0,70
C	alv	11,2	1,21	9,8	1,09	9,3	1,25	8,8	0,63
	clin	12,1	1,41	10,4	1,17	10,6	1,45	9,2	1,06
P1	alv	9,8	1,41	9,6	1,29	9,0	1,09	9,1	0,90
	clin	10,2	1,41	10,3	1,80	9,6	1,37	9,6	1,48
P2	alv	11,1	1,60	10,3	1,72	9,5	1,37	9,2	1,64
	clin	11,4	1,48	11,1	1,72	10,2	1,60	10,1	0,67
M1	alv	5,3	0,74	5,3	0,35	5,3	0,47	5,0	0,39
	clin	6,4	0,63	6,3	0,55	6,4	0,55	6,3	0,55
M2	alv	11,4	1,09	10,8	1,02	10,3	0,90	9,9	1,06
	clin	12,8	1,25	12,2	1,41	12,4	1,17	11,4	1,41
M3	alv	17,7	1,52	18,1	2,15	17,2	2,46	17,7	2,34

1.4. Huesos del poscráneo

Al comparar los resultados de la estimación de la edad, se observan diferencias entre los datos craneales, el desarrollo dental y la edad morfométrica, que se puede explicar a través de diferentes velocidades del crecimiento o la utilización de muestras inadecuadas. Retomando los conceptos principales, se trata:

- Crecimiento (incremento cuantitativo en tamaño y/o masa)
- Desarrollo (cambios progresivos desde inmaduro hasta maduro)
- Maduración (proceso de alcanzar capacidades funcionales dentales u óseas)

Siempre se toma en cuenta la variabilidad, es decir, que algunos individuos crecen y maduran rápidamente, siendo más altos y pesados y estando por delante en desarrollo esquelético y otros parámetros de maduración, que individuos de la misma edad cronológica, que crecen y maduran más tardíamente, aunque todos son perfectamente normales. Esta tasa del crecimiento está además determinada por factores medio-ambientales (Johnston & Zimmer 1989).



No obstante, es posible estimar la edad en esqueletos subadultos a través de la longitud de los huesos, midiéndolos sin epífisis. El valor obtenido se relaciona con un estándar de referencia, extrapolándose un rango de edad cronológica. Este método de estimación de la edad incluye varios problemas. En primer lugar se puede destacar, que en estudios osteológicos la longitud de los huesos largos se utiliza principalmente para estimar los retrasos en el crecimiento y no para el cálculo de la edad, a menos que se carezca de otro indicador. Esto se debe a la elevada variabilidad dentro de la población: para una misma edad cronológica, el rango de las mediciones es amplio, o dicho de otra manera, un valor de longitud de un hueso corresponde a varias edades cronológicas. Por eso, las estimaciones de la edad tienen rangos amplios. Por otro lado, la longitud de los huesos puede ser considerada como una variable del crecimiento, estrechamente relacionada con la estatura infantil. Dichas variables como talla o peso son específicamente sensibles a las condiciones ambientales durante el crecimiento. Por lo tanto puede existir un problema por la variabilidad sistemática, debido a las diferentes condiciones de crecimiento dentro poblaciones de referencia y la población guatemalteca bajo estudio. En el caso de los esqueletos subadultos que se analizan en el contexto forense en Guatemala, éstos corresponden en su mayoría a la población rural indígena, la cual en general presenta una estatura baja.

Según los estudios del INCAP, la Universidad del Valle de Guatemala realizados con emigrantes, las niñas de 10 años de edad tienen de uno a dos cm. más de estatura que los niños. Además se observó diferencias entre la población urbana y rural. Los niños que crecen en un ambiente rural, tienen hasta 10 cm menos de estatura que los niños de la ciudad. También se analizaron diferencias entre niños guatemaltecos, que crecen en los EEUU. Dichos alumnos tienen aproximadamente 10 cm. más de estatura que los niños en Guatemala; y en comparación con niños de los EEUU tienen aproximadamente cinco cm menos.

Por otro lado, las poblaciones sobre las que se elaboraron los principales estándares de crecimiento constituían poblaciones sanas de los EEUU y Europa de clase social media o alta. En base de esta simple observación, sería recomendable no utilizar dichos estándares en el contexto guatemalteco. Sin embargo, el análisis de los restos óseos subadultos brinda orientaciones valiosas para la determinación de la edad.

En los siguientes apartados se describen cada uno de los huesos del poscráneo orientado en las publicaciones por Bass (1995), Scheuer & Black (2000) y Steele & Bramblett (2000), en donde se da primero una declaración general sobre el hueso tratado, seguido por las etapas del desarrollo cronológico y la información métrica.

Hioides

El hioides tiene seis centros de osificación; dos para el cuerpo, dos para los cuernos menores y dos más para los cuernos mayores. La osificación de los cuernos dura bastante tiempo y de hecho, de vez en cuando quedan separados.

Desarrollo

fetal

semana 5

aparición del centro cartilaginoso del cuerpo

nacimiento

centros de osificación probablemente presentes en la porción superior del cuerpo y extremos ventrales de los cuernos

mayores

2 años

cuerpo osificado

pubertad

cuerpo y mayoría de los cuernos mayores osificados

adulto

osificación completa y fusión de los elementos

Laringe

Durante la niñez la laringe está representada por cartílagos.

Desarrollo

fetal

semana 8

aparición de centros cartilagosos

mes 6

cartílagos con morfología adulta

nacimiento

morfología adulta, pero posición alta en cuello

3 años

laringe baja en su posición

pubertad

laringe en posición adulta, inicio del dimorfismo sexual

20 años

usualmente inicia la osificación de los cartílagos

Esternón

El esternón osifica a partir de seis centros (ver figura 27): uno del manubrio que aparece entre el tercero y sexto mes intrauterino, cuatro del cuerpo esternal y uno del proceso xifoides. Los primeros tres centros del cuerpo aparecen en la etapa fetal, mientras el cuarto aparece alrededor del nacimiento. La osificación del proceso xifoides es variable. Los centros del cuerpo normalmente fusionan entre los 14 y 18 años. La presencia y tiempo de la fusión del manubrio y proceso xifoides al cuerpo también son variables (Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

mes 5

desarrollo de centros primarios del manubrio

mes 5-6

desarrollo del centro primario del primer segmento del cuerpo

mes 7-8

desarrollo de los centros primarios de los segmentos 2 y 3

nacimiento

representación de 4 centros de osificación

1 año

desarrollo del centro primario del segmento 4, identificación del manubrio separado

3-6 años

inicio de la osificación en xifoides; identificación de los segmentos separados del cuerpo



4-10 años	fusión de los elementos 3 y 4
11-16 años	fusión del segmento 2 con el 3 y 4; aparición e inicio de fusión de las epífisis
15-20 años	segmento 1 fusiona con el meso-esternón; epífisis siguen fusionando
> 21 años	esternón esencialmente completo, aunque persisten líneas de fusión hasta los 25 años
> 40 años	fusión del xifoides al meso esternón

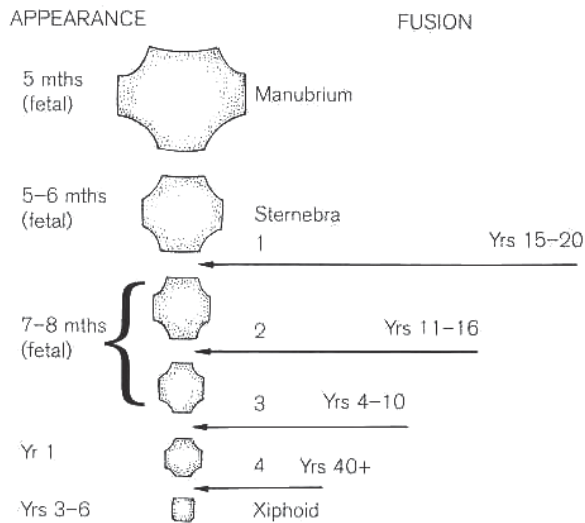


Fig. 27 Desarrollo del esternón (por Scheuer & Black 2000)

Vértebras

La columna vertebral parece útil para la estimación de la edad por sus cambios del desarrollo. Al nacimiento, los centros primarios están presentes y siguen separados durante los primeros dos años. A los dos años fusionan los arcos en la región torácica y la unión ocurre desde los extremos craneal y caudal hacia medial. En la región cervical inicia la fusión de cuerpos con arcos a los tres años y sigue en dirección caudal. Entre seis y doce años se observa poca actividad, es decir, que la columna está caracterizada por la fusión de los centros primarios y la ausencia de centros secundarios. Con la adolescencia aparecen dichos centros secundarios, e inician su fusión.

Desarrollo

fetal

mes 2	aparición de centros de la masa lateral del C1 y los arcos neurales del C2 - T2
mes 3	aparición de los centros de osificación de los cuerpos del C4-L5; arcos neurales del T3 - L2; elementos costales (costillas) en la región torácica
mes 4	aparición de los centros de osificación para los centros del C2 y C3, de los arcos neurales del L3 - L5, y de los centros del proceso odontoide; todos los centros primarios presentes
mes 6	aparición de los centros para el proceso costal del C7
nacimiento	todos los centros primarios presentes
1 año	inicio de la fusión de los arcos posteriores en torácicas y lumbares
2 años	desarrollo del arco anterior del atlas; fusión del arco posterior en C3 - C7; fusión del arco posterior completo en torácicas y lumbares; inicio del desarrollo del proceso transversal en lumbares; anillos vertebrales presentes
3-4 años	foramen transversal completo en cervicales; fusión del arco posterior del axis; fusión neurocentral en C3 – C7, torácicas y lumbares; fusión neurocostal en S1 y S2, C2
4-5 años	fusión posterior del atlas; inicio de la fusión dentocentral en axis; unión de arcos en L5
5-6 años	fusión neurocentral en axis; axis completo con excepción de la fusión del osículo terminal; inicio de la fusión costal en C7; centros primarios de torácicas fusionados; centros primarios de las lumbares fusionados con excepción del proceso mamilar; fusión del arco anterior del atlas; fusión completa en segmentos lumbares posteriores
6-8 años	desarrollo del proceso mamilar en segmentos lumbares
10 años	fusión costal completa en C7
12 años	en axis diente completo, fusión del osículo terminal
20 años	columna completa, mayoría de las epífisis fusionadas

Cervicales

La osificación de cervicales se origina en tres centros primarios (figura 28), que aparecen entre la séptima semana hasta la 20 semana intrauterina, y cinco centros secundarios, que aparecen en la pubertad. Al nacer, los cervicales consisten en tres partes, el centro y dos medio-arcos. Durante el primer hasta tercer año fusionan los



medio-arcos conjuntos desde la región lumbar hacia craneal. Arco y cuerpo inician a fusionar hacia tres a siete años, iniciando superior hacia inferior. Las epífisis de los centros secundarios, que son dos anillos del cuerpo (superior e inferior), la punta de la espina y las puntas de los procesos transversales aparecen en la pubertad y fusionan entre 17 y 25 años de edad (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

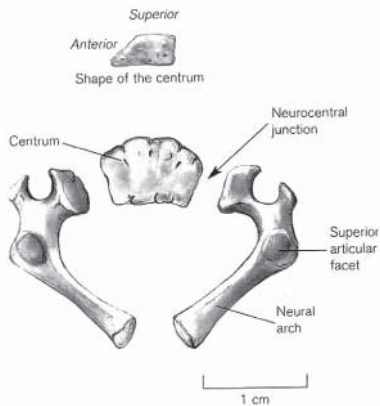


Fig. 28 Cervical perinatal (por Scheuer & Black 2000)

Atlas

El atlas tiene al momento de nacer, las porciones laterales osificadas (figura 29), los arcos aparecen durante los primeros meses de la vida. Aquellos fusionan posteriormente en el tercer año, y anteriormente en el quinto año (Steele & Bramblett 2000).

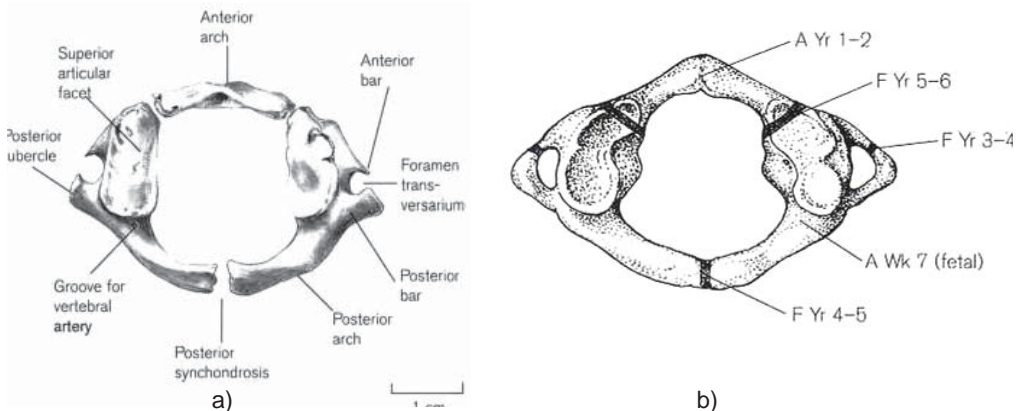


Fig. 29 Desarrollo del atlas; a) centros primarios de la osificación de un individuo con 2-3 años; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Axis

Los cuatro centros de osificación (figura 30) se desarrollan durante el tercer mes intrauterino y son evidentes al nacer como diente, cuerpo y dos arcos del axis. La fusión de los mismos inicia hacia los cuatro y seis años, mientras que la fusión del diente ocurre en la pubertad. La osificación completa tiene lugar hacia 19 a 20 años (Steele & Bramblett 2000).

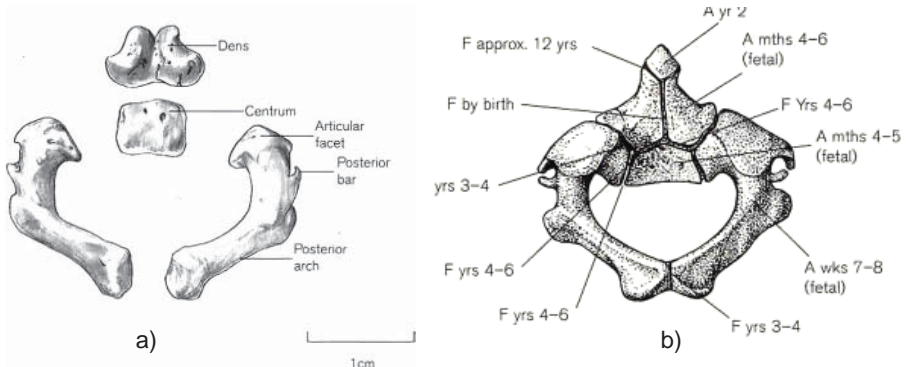


Fig. 30 Desarrollo del axis; a) axis perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Dorsales

Las vértebras torácicas o dorsales (ver figuras 31, 32) siguen el mismo patrón de osificación que las cervicales, con la diferencia, que los centros primarios osifican más tarde, es decir, los arcos se fusionan con el cuerpo entre cuatro y cinco años. Los centros secundarios en la espina y los procesos aparecen en la pubertad y fusionan hacia la edad de 18 años. La maduración de los anillos inicia antes de la edad de 17 años y concluye con a los 25 años. En adultos, los cuerpos de los segmentos inferiores muestran estriación, que disminuye progresivamente después de la edad de 23 años (Steele & Bramblett 2000).

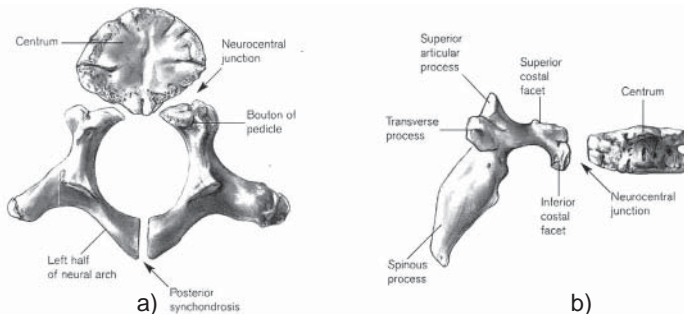


Fig. 31 Vértebra dorsal de un niño con 1,5 años; a) vista superior; b) vista lateral (por Scheuer & Black 2000)

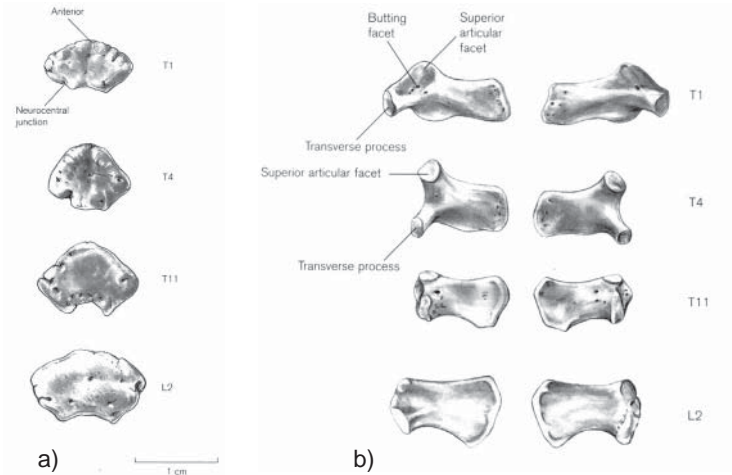


Fig. 32 Centros perinatales de a) vértebras torácicas y lumbares; y b) de arcos neurales dorsales y lumbares (por Scheuer & Black 2000)

Lumbares

La maduración sigue el patrón de los elementos superiores mencionados anteriormente. Los arcos fusionan con el cuerpo hacia seis años y los centros secundarios aparecen en la pubertad (figura 33). La fusión de las epífisis de los procesos concluye a los 18 años, los anillos fusionan activamente en la etapa adulta. Las estrías en los cuerpos persisten hacia la etapa de adultos (Steele & Bramblett 2000) y representan entre otros un criterio para la estimación de la edad (ver tomo III).

Costillas

A partir de ocho semanas intrauterinas las costillas 1 hasta la 10 empiezan a fusionar desde el centro cerca del ángulo de cada costilla. La osificación ocurre rápido y en término de cuatro meses se logra hasta los cartílagos costales. Los centros secundarios para la cabeza y la porción articular del tubérculo aparecen con la pubertad y fusionan hacia 18 y 24 años. Por razones de tamaño e identificación de las epífisis, las costillas no poseen mayor valor en la estimación de la edad, aunque se puede utilizar la cabeza que fusiona entre 18 y 24 años de edad. Generalmente, se ha detectado que las epífisis de las costillas 1, 2, 10, 11 y 12 fusionan más rápido que en las costillas centrales. No se han observado diferencias de la fusión entre sexos (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

8-9 semanas

aparición de los centros de osificación para costillas 5, 6 y 7

11-12 semanas

presencia de centros de osificación para todas las costillas

nacimiento

todos los centros primarios presentes

12-14 años

aparición de las epífisis en región no-articular del tubérculo

18 años

aparición de las epífisis en región articular del tubérculo

17-25 años

aparición y fusión de las epífisis de la cabeza

> 25 años

desarrollo de las costillas completo

Clavícula

La clavícula es el primer hueso en osificar, proceso que se inicia hacia la quinta semana. Entre los 12 y 21 años de edad aparece el centro secundario de osificación, que es la epífisis esternal, constituyendo la última epífisis del cuerpo en fusionarse, alcanzando en algunos individuos los 25 años (Bass 1995, ver también Owings 1981, Szilvassy 1978, Webb & Suchey 1985). McKern & Stewart propusieron edades hacia 17 a 18 años para el inicio de la obliteración de la epífisis medial (ver figura 33) que concluye con 23 años (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

semanas 5-6

aparición de los centros primarios

semana 7

fusión de los centros a una masa

semanas 8-9

en forma de S

semana 11

adopción de la morfología adulta

nacimiento

representación por diáfisis

12-14 años

epífisis medial en forma de copo

16-21 años

inicio de la fusión del copo en extremidad medial

19-20 años

formación y fusión de la epífisis lateral

>29 años

fusión de la epífisis medial completa

Tabla 23 y 24 representan la información morfométrica de la clavícula con relación a la edad ósea.



Tabla 23 Mediciones de la clavícula en mm (según Scheuer & Black 2000, por Black & Scheuer 1996)

edad	largo máximo de la clavícula (mm)		
	n	promedio	rango
neonato – 6 meses	11	44.4	38.8-54.5
7 meses – 1 año	9	54.1	48.0-60.9
1 año - 1,5 años	11	59.5	54.3-66.0
1,5 año - 2 años	4	63.0	61.4-64.6
2 - 3 años	13	66.5	58.5-72.6
3 - 4 años	7	73.4	69.1-77.0
4 - 5 años	8	74.4	65.3-82.0
5 - 6 años	2	75.9	74.7-77.0
6 - 7 años	4	86.5	85.4-88.8
7 - 8 años	1	89.5	-
8 - 9 años	3	89.0	78.5-98.7
9 – 10 años	0	-	-
10 - 11 años	2	103.7	103.0-104.0
11 - 12 años	2	105	104.5-105.0
12 - 13 años	3	106.4	102.5-111.3
13 - 14 años	2	118.6	117.0-120.1
14 – 15 años	2	118.5	113.5-123.5
15 – 16 años	3	137.7	127.0-154.0

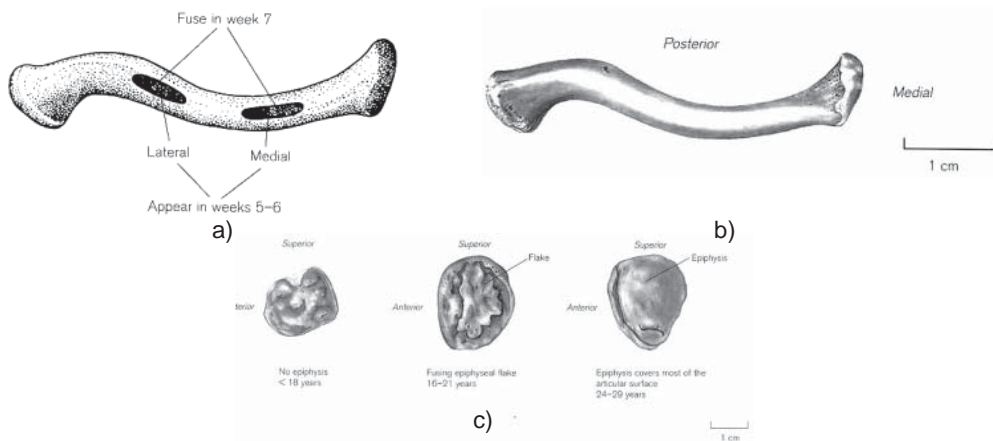


Fig. 33 Desarrollo de la clavícula derecha; a) localización de los centros primarios; b) clavícula perinatal; c) unión epifisial esternal (por Scheuer & Black 2000)

Tabla 24 Mediciones de clavícula en mm (según Scheuer & Black 2000)

edad	longitud clavícula
- 6 meses	39-55
- 12 meses	48-61
- 18 meses	54-66
- 24 meses	61-65
- 3 años	58-73
- 4 años	69-77
- 5 años	65-82
- 6 años	75-79
- 7 años	85-89
- 8 años	-
- 9 años	78-99
- 10 años	-
- 11 años	103-104
- 12 años	104-105
- 13 años	102-111
- 14 años	117-120

Omóplato

A causa de la fragilidad del omóplato, la preservación en los yacimientos arqueológicos es precaria. Posee un centro primario de osificación en el cuerpo y otro en el proceso coracoideo, además siete centros secundarios (ver figura 34). A los tres meses de la vida fetal osifican el acromion, proceso coracoideo, fosa glenoidea, ángulo inferior y borde ventral, que son identificables a cuatro meses intrauterinos. La fusión del coracoideo con el omóplato se inicia hacia los 15 años de edad mediante una línea, que lo une con la cavidad glenoidea y desaparece hacia los 18 años. Al mismo tiempo fusiona la fosa glenoidea. Por su parte, las epífisis del acromion se obliteran entre los 16 a 22 años. Finalmente los bordes lateral y medial (o vertebral) fusionan a los con 17 hasta 23 años (Bass 1995).

Desarrollo

fetal

semanas 7-8

aparición de centros primarios

semanas 12-14

adopción del cuerpo a la morfología adulta

nacimiento

mayoría del cuerpo osificado, pero acromion, coracoideo, borde medial, ángulo inferior y masa glenoidea todavía cartilaginosa



1 año	inicio de la osificación del coracoideo
3 años	coracoideo presenta centro de osificación
8-10 años	aparición del centro subcoracoideo
13-16 años	inicio de la fusión del coracoideo, subcoracoideo y cuerpo; aparición de epífisis para la fosa glenoidea; aparición del ángulo y ápice del coracoideo
15-17 años	fusión completa entre coracoideo, subcoracoideo y cuerpo; aparición de islas epifisiales en borde medial; aparición de epífisis del ángulo inferior
17-18 años	fusión de la epífisis glenoidea completa
20 años	fusión del acromion y todas epífisis del coracoideo completa
23 años	fusión del borde medial y ángulo inferior completa; todas las epífisis fusionadas

Tabla 25 y 26 reflejan la información morfométrica del omóplato en correspondencia a la edad ósea.

Tabla 25 Dimensiones del omóplato en cm (según Scheuer & Black 2000, por Vallois 1946)

edad	altura	anchura
neonato	4.65	3.4
2 años	6.1	4.6
2-4 años	6.65	4.5
4-6 años	8.0	5.4
6-8 años	9.1	6.1

Altura: distancia entre ángulos superior e inferior

Anchura: distancia máxima entre el borde glenoidea y el borde medial

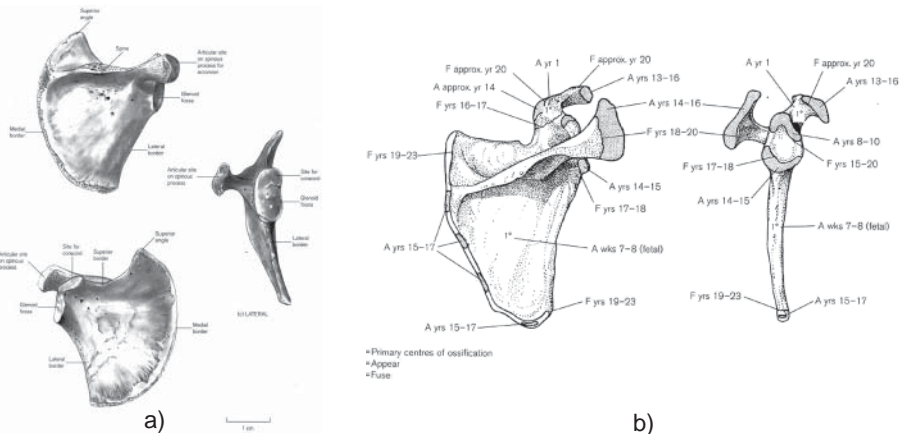


Fig. 34 Desarrollo del omóplato derecho; a) ; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Tabla 26 Dimensiones del omóplato en cm (según Scheuer & Black 2000, por Saunders et al. 1993)

edad	n	altura	n	anchura
neonato – 6 meses	1	3.93	7	3.11
6 meses – 1 año	15	4.92	16	3.70
1 – 2 años	19	6.04	19	4.33
2 - 3 años	10	6.78	8	5.98
3 - 4 años	5	6.39	5	5.60
4 - 5 años	3	8.10	3	5.68
5 - 6 años	3	9.17	3	6.18
6 - 7 años	6	9.73	7	6.61
7 - 8 años	1	9.40	2	6.33
8 - 9 años	1	11.70	1	8.25
9 - 10 años	2	12.00	2	7.73
10 - 11 años	1	12.10	2	8.73
11 - 12 años	1	12.10	1	8.20

Longitud: distancia entre ángulos superior e inferior

Anchura: distancia entre el margen glenoideo y el borde medial de la espina

Húmero

El húmero osifica a partir de un centro primario, que aparece en la octava semana de la vida intrauterina, ubicado en la porción media de la diáfisis, y de siete centros secundarios, de los cuales tres se localizan en la epífisis proximal. Al nacer, la diáfisis está completamente osificada (ver figura 35). La epífisis de la cabeza aparece al nacer y las proximales hacia el primer año. Las cuatro epífisis distales que aparecen hacia el primer año construyen el capitulum, la parte medial de la tróclea, el epicóndilo medial y lateral. Las tres primeras epífisis inician su fusión alrededor del sexto año de edad y se obliteran con el cuerpo hacia los 20 años. En la identificación de la lateralidad del húmero se tiene en cuenta la orientación distal del agujero nutricio (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

semana 7

aparición del centro primario

meses 8-10

aparición del centro secundario para la cabeza

nacimiento

usualmente representado por diáfisis



meses 2-6	aparición del centro secundario para la cabeza
1-2 años	aparición del centro secundario del tubérculo mayor y capitulum
> 4 años	aparición del centro secundario para el epicóndilo medial y tubérculo menor
2-6 años	fusión de la cabeza, tubérculo mayor y menor
8 años	aparición del centro secundario para la tróclea
10 años	aparición del centro secundario para el epicóndilo lateral
11-15 años (niñas)	fusión de la epífisis distal compuesta
12-17 años (niños)	fusión de la epífisis distal compuesta
13-15 años (niñas)	fusión del epicóndilo medial
14-16 años (niños)	fusión del epicóndilo medial
13-17 años (niñas)	fusión de la epífisis proximal
16-20 años (niños)	fusión de la epífisis proximal

Tabla 27 conlleva la información morfométrica del húmero con relación a la edad ósea, tabla 28 las medidas perinatales y tabla 29 la regresión de la edad con la longitud del húmero.

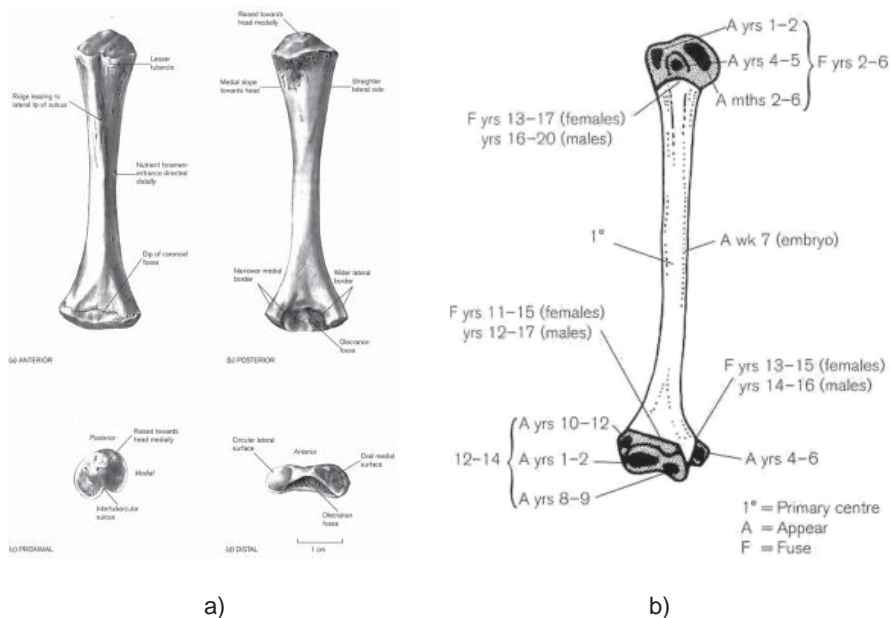


Fig. 35 Desarrollo del húmero derecho; a) perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Tabla 27 Longitud del húmero en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1,5 meses	59	72.4	4.5	69	71.8	3.6
3 meses	59	80.6	4.8	65	80.2	3.8
6 meses	67	88.4	5.0	78	86.8	4.6
1 año	72	105.5	5.2	81	103.6	4.8
1,5 años	68	118.8	5.4	84	117.0	5.1
2 años	68	130.0	5.5	84	127.7	5.8
2,5 años	72	139.0	5.9	82	136.9	6.1
3 años	71	147.5	6.7	79	145.3	6.7
3,5 años	73	155.0	7.8	78	153.4	7.1
4 años	72	162.7	6.9	80	160.9	7.7
4,5 años	71	169.8	7.4	78	169.1	8.3
5 años	77	177.4	8.2	80	176.3	8.7
5,5 años	73	184.6	8.1	74	182.6	9.0
6 años	71	190.9	7.6	75	190.0	9.6
6,5 años	72	197.3	8.1	81	196.7	9.7
7 años	71	203.6	8.7	86	202.6	10.0
7,5 años	76	210.4	8.9	83	209.3	10.5
8 años	70	217.3	9.8	85	216.3	10.4
8,5 años	72	222.5	9.2	82	221.3	11.2
9 años	76	228.7	9.6	83	228.0	11.8
9,5 años	78	235.1	10.7	83	234.2	12.9
10 años	77	241.0	10.3	84	239.8	13.2
10,5 años	76	245.8	11.0	75	245.9	14.6
11 años	75	251.7	10.7	76	251.9	14.7
11,5 años	76	257.4	11.9	75	259.1	15.3
12 años	73	263.0	12.8	71	265.6	15.6

Tabla 28 Longitud (mm) y peso (g) del húmero perinatal (según Scheuer & Black 2000, por Trotter & Peterson 1969)

	longitud	peso
promedio	63,5	2,10



Tabla 29 Ecuación de regresión de la edad con el largo del húmero (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

linear (semanas) =	$(0,4585 \times \text{húmero}) + 8,6563 \pm 2,33$
logarítmico (semanas) =	$(25,069 \log_e \times \text{húmero}) - 66,4655 \pm 2,26$

Radio

El radio osifica a partir de un centro único localizado cerca del punto medio de la diáfisis, que aparece con ocho semanas intrauterinas. Al nacer la diáfisis está osificada, mientras las epífisis permanecen cartilaginosas (ver figura 36). La epífisis distal aparece alrededor de uno a 1.5 años y se fusiona entre los 16 y 17 años en mujeres y hacia los 17 y 18 años en varones. La epífisis proximal surge a los cinco a seis años, y se une entre los 16 - 18 años (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000). En niños españoles, a los 17,5 años el proceso de fusión ha avanzado, pero se aprecia aún áreas oscuras correspondientes al cartílago, que son más visibles los extremos, sobre todo en el lado interno. A los 18,5 años la epífisis radial se ha fusionado con su metáfisis; esto significa, que la maduración ósea de la mano y la muñeca ha finalizado. En niñas españolas, la maduración ósea se alcanza a los 17,5 años (según Hernández et al. 1991). Para la identificación del lado correspondiente se toma en cuenta la orientación proximal y anterior del agujero nutricio; al colocarse el hueso en posición anatómica, el respectivo proceso estiloide se ubica también en el lado correspondiente.

Desarrollo

fetal

semana 7 aparición del centro primario en diáfisis

nacimiento representación por la diáfisis

1-2 años aparición del centro secundario para la epífisis distal

5 años aparición del centro secundario para la cabeza

8 años formación del proceso estiloide en epífisis distal

10-11 años epífisis proximal muestra muesca fovea

11,5-13 años fusión extremo proximal en niñas

pubertad copo de la tuberosidad forma centro separado

14-17 años fusión extremo proximal en niños; fusión extremo distal en

niñas

16-20 años fusión extremo distal en niños

Tablas 30 a 32 contienen la información morfométrica del radio con relación a la edad ósea, tabla 33 las mediciones perinatales y tabla 34 la regresión de la edad con la longitud del radio.

ESTIMACIÓN DE LA EDAD OSTEOLÓGICA EN SUBADULTOS

Huesos del poscráneo

Tabla 30 Longitud del radio en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1,5 meses	59	59.7	3.3	69	57.8	2.8
3 meses	59	66.0	3.3	65	63.4	2.8
6 meses	67	70.8	3.5	78	67.6	3.4
1 año	72	82.6	4.0	81	78.9	3.4
1,5 años	68	91.4	4.4	83	87.5	4.0
2 años	68	98.6	4.7	84	95.0	4.5
2,5 años	71	105.2	4.8	82	101.4	5.0
3 años	71	111.6	5.3	79	107.7	5.2
3,5 años	73	116.9	6.2	78	113.8	5.5
4 años	72	123.1	5.6	80	119.2	5.7
4,5 años	71	128.2	5.6	78	125.2	6.6
5 años	77	133.8	6.1	80	130.2	6.9
5,5 años	73	138.9	6.4	74	134.6	7.2
6 años	71	143.8	5.9	75	140.0	7.4
6,5 años	72	148.3	6.4	81	144.7	7.8
7 años	71	153.0	6.7	86	149.3	8.0
7,5 años	76	157.9	6.9	83	154.3	8.4
8 años	70	162.9	7.1	85	158.9	8.7
8,5 años	72	166.8	6.6	82	162.8	8.8
9 años	76	171.3	7.4	83	167.6	9.3
9,5 años	78	176.1	7.7	83	172.2	10.2
10 años	77	180.5	7.9	84	176.8	10.4
10,5 años	76	184.4	8.4	75	181.8	11.8
11 años	75	188.7	8.5	76	186.0	11.7
11,5 años	76	193.0	9.2	75	192.0	12.1
12 años	74	197.4	9.6	71	196.9	12.7

Tabla 31 Longitud del radio en mm (según Scheuer & Black 2000, por Ganthus 1951)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	rango	n	promedio	rango
3 meses	100	65.90	58-73	100	62.85	54-70
6 meses	100	73.10	66-81	100	69.73	60-78
9 meses	100	80.01	73-90	100	76.18	66.5-84
1 año	100	85.72	75.5-95	100	81.73	71-91
1,5 años	100	94.84	84-107	100	91.70	82-103
2 años	100	102.37	95-115.5	100	99.44	88-112



Tabla 32 Longitud de la diáfisis del radio en mm (según Scheuer & Black 2000, por Gindhart 1973)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1 mes	138	55.84	2.89	123	54.00	2.72
3 meses	117	62.42	3.02	102	59.85	3.31
6 meses	200	69.72	3.42	176	66.93	3.74
9 meses	115	75.84	4.13	105	73.50	4.55
1 año	198	82.29	4.64	169	79.52	4.51
1,5 años	117	92.52	6.89	106	89.44	4.87
2 años	183	100.20	5.10	162	97.46	5.00
2,5 años	110	107.52	5.33	104	104.28	5.67
3 años	179	114.44	5.92	166	110.80	5.94
3,5 años	101	119.97	5.67	111	117.13	6.51
4 años	184	125.97	6.55	175	122.88	6.76
4,5 años	99	131.42	6.53	92	128.83	7.61
5 años	182	137.54	7.18	165	134.32	7.56
5,5 años	86	142.30	7.67	79	140.66	8.00
6 años	184	148.85	8.11	165	145.30	8.32
6,5 años	107	153.14	8.51	89	150.45	9.07
7 años	172	159.10	8.73	157	155.28	9.10
7,5 años	100	163.81	8.81	89	160.36	9.63
8 años	163	168.93	8.89	153	165.38	9.81
8,5 años	99	173.57	9.35	94	169.58	10.77
9 años	164	179.45	9.43	145	175.06	10.54
9,5 años	85	183.47	9.63	90	180.31	11.46
10 años	148	188.52	10.29	139	185.39	11.75
10,5 años	17	192.34	7.62	17	186.03	13.14
11 años	140	198.63	10.74	127	196.20	12.90
11,5 años	14	202.27	7.54	14	199.25	16.18
12 años	130	208.59	12.36	116	208.81	13.50
13 años	119	220.17	14.25	106	217.72	12.26
14 años	118	234.45	15.56	101	223.30	11.15
15 años	98	245.23	14.56	91	226.75	11.36
16 años	87	253.42	11.97	76	228.34	10.31
17 años	73	255.90	12.40	60	227.98	11.33
18 años	64	255.70	12.27	45	230.89	11.71

Tabla 33 Longitud (mm) y peso (g) del radio perinatal (según Scheuer & Black 2000, por Trotter y Peterson 1969)

	longitud	peso
promedio	51,5	0,70

Tabla 34 Ecuación de regresión de la edad con el largo del radio (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

linear (semanas) =	$(0,5850 \times \text{radio}) + 7,7100 \pm 2,29$
logarítmico (semanas) =	$(25,695 \log_e \times \text{radio}) - 63,6541 \pm 2,24$

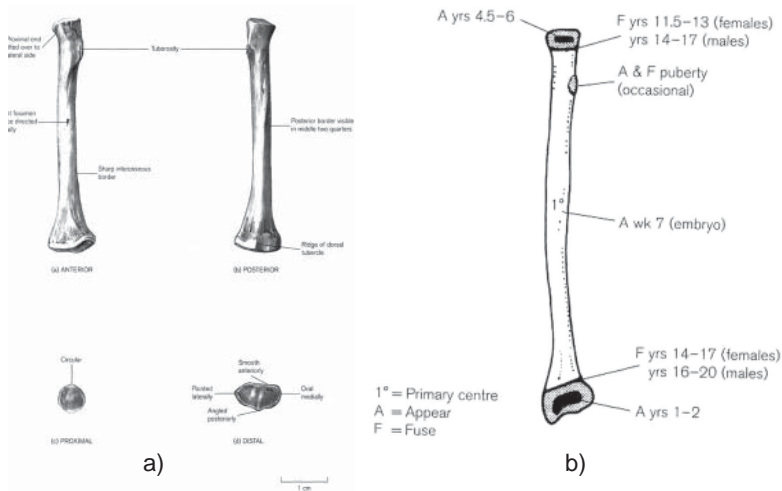


Fig. 36 Desarrollo del radio derecho a) radio perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Cúbito

El centro primario de osificación del cúbito aparece hacia la octava semana de vida intrauterina. Al nacer, la diáfisis está osificada, mientras el olécranon y la epífisis distal todavía son de cartílago (ver figura 37). La epífisis distal osifica a la edad de seis a siete años (cinco a seis años más tarde que la respectiva epífisis distal del radio), y se oblitera alrededor de los 17-20 años. A su vez, la epífisis proximal surge a los 7-14 años y se une a la edad de 19 años. Para identificar la lateralidad del hueso se coloca en posición anatómica, con el agujero nutricio en sentido proximal y la epífisis proximal orientada hacia sí mismo; la escotadura semilunar, la radial y la cresta interósea, al igual que el agujero nutricio, estarán ubicadas en el lado respectivo del hueso (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo fetal

semana 7	aparición del centro primario
nacimiento	representación por la diáfisis



5-7 años	aparición del centro secundario para la epífisis distal
8-10 años	formación del proceso estiloides en epífisis distal; aparición de los centros secundarios para el olécranon
12-14 años (niñas)	fusión extremo proximal
13-16 años (niños)	fusión extremo proximal
15-17 años (niñas)	fusión extremo distal
17-20 años (niños)	fusión extremo distal

Tablas 35 y 36 presentan la información morfométrica del cúbito con relación a la edad ósea y tabla 37 la regresión de la edad con la longitud del radio.

Tabla 35 Longitud del cúbito en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1,5 meses	59	67.0	3.5	69	65.3	3.1
3 meses	59	73.8	3.4	65	71.2	3.1
6 meses	67	79.1	3.7	78	75.7	3.8
1 año	71	92.6	4.4	81	89.0	4.0
1,5 años	68	102.3	4.6	83	98.9	4.4
2 años	68	109.7	4.9	84	107.1	4.8
2,5 años	71	116.6	5.2	82	113.8	5.2
3 años	71	123.4	5.6	79	120.6	5.4
3,5 años	73	129.1	6.4	78	127.2	5.7
4 años	72	135.5	5.6	80	133.1	5.8
4,5 años	71	141.0	5.6	78	139.3	6.6
5 años	77	147.0	6.1	80	144.6	7.1
5,5 años	73	152.6	6.7	74	149.1	7.2
6 años	71	157.5	6.2	75	154.9	7.4
6,5 años	72	162.2	6.8	81	159.9	7.9
7 años	71	167.3	7.0	86	164.8	8.3
7,5 años	76	172.2	7.4	83	170.1	8.5
8 años	70	177.3	7.4	85	174.9	8.7
8,5 años	72	181.6	7.1	82	179.1	8.8
9 años	76	186.4	7.9	83	184.3	9.5
9,5 años	78	191.7	8.3	83	189.7	10.4
10 años	77	196.2	8.5	84	194.4	10.6
10,5 años	76	200.4	8.8	75	200.0	12.4
11 años	75	205.1	9.2	76	204.7	12.0
11,5 años	76	209.8	9.9	75	211.3	13.1
12 años	74	214.5	10.2	70	216.4	13.3

Tabla 36 Longitud en mm del cúbito (según Scheuer & Black 2000, por Ganthus 1951)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	rango	n	promedio	rango
3 meses	100	73.55	65-82.5	100	70.58	61-80
6 meses	100	81.03	73-90.5	100	77.67	69-87
9 meses	100	88.20	80-98	100	84.70	75-93
1 año	100	94.84	85-104.5	100	90.73	80-102
1,5 años	100	104.99	93-115	100	101.62	90-115
2 años	100	112.64	102-125	100	109.79	79-124

Tabla 37 Ecuación de regresión de la edad con el largo del cúbito (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

linear (semanas) =	$(0,5072 \times \text{cúbito}) + 7,8208 \pm 2,20$
logarítmico (semanas) =	$(26,078 \log_e \times \text{cúbito}) - 68,7222 \pm 2,10$

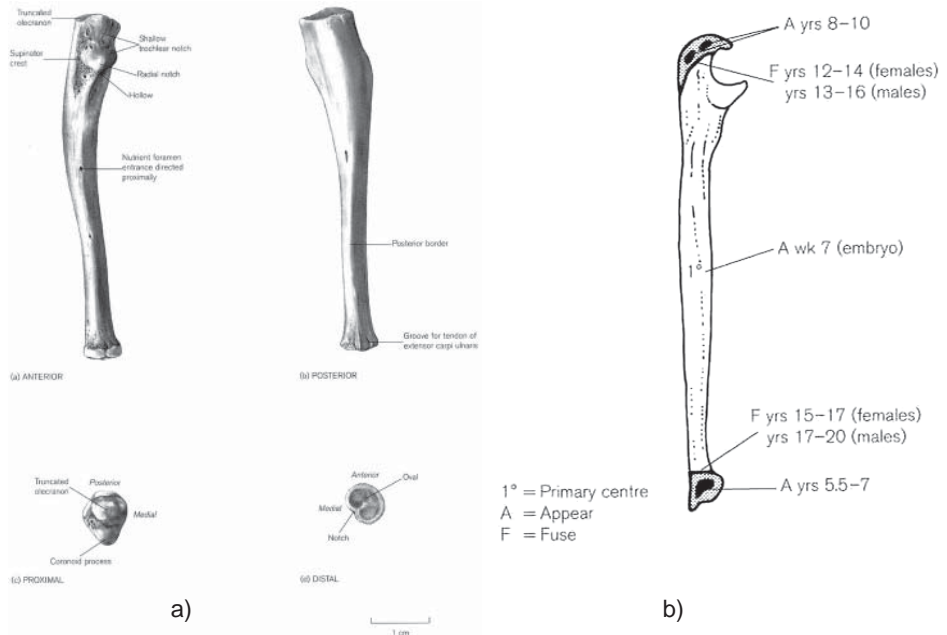


Fig. 37 Desarrollo del cúbito derecho; a) cúbito perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)



Mano

Con el nacimiento, los individuos poseen 5 metacarpos y 14 falanges; las epífisis están ausentes y ninguno de los carpos ha iniciado su osificación (comparar figura 38 y 39). Aproximadamente con un año la osificación del grande y ganchoso ha empezado en varones. Ninguna epífisis esta presente. En niñas adicionalmente la epífisis distal del radio, las epífisis del segundo y tercer metacarpo y las epífisis de las falanges proximales del segundo hasta cuarto dedo contienen centros de osificación. A los cinco años, todos los carpos han osificado con excepción del escafoides (navicular) en niños. La epífisis del primer metacarpo está desarrollando y las epífisis de los demás metacarpos y falanges proximales han aparecido. En las falanges medias y distales las epífisis han osificado. En niñas con 5 años de edad todos los carpos han osificado, así como las epífisis de los metacarpos y falanges. Con diez años en varones las epífisis de los metacarpos y falanges se han modificado, mientras en mujeres el estado de la osificación es más avanzado. La fusión de las falanges distales inicia a los 15 años en niños. En niñas de la misma edad, la fusión de las epífisis de los carpos está en sus últimos pasos o ya completa. En niños con 15 años fusionan las epífisis de las falanges distales. Niñas de la misma edad han logrado el estado final de la osificación de los carpos. La fusión termina primero distal, después proximal y por último en falanges medias del segundo, tercero, cuarto y quinto dedo (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000). Figura 38 representa el desarrollo de la mano mediante radiografías.

Desarrollo

fetal

semana 7-9	aparición de los centros de osificación para las falanges distales
semana 8-10	aparición de los centros de osificación para los metacarpos
semana 9-11	aparición de los centros de osificación para las falanges proximales
semana 10-12 medias	aparición de los centros de osificación para las falanges medias
nacimiento	19 centros primarios presentes; centros de osificación para el grande y ganchoso sean presentes
2-3 meses (niñas)	aparición del centro de la osificación para el grande
3-4 meses (niños)	aparición del centro de la osificación para el grande
3-4 meses (niñas)	aparición del centro de la osificación para el ganchoso
4-5 meses (niños)	aparición del centro de la osificación para el ganchoso
1-2 años	aparición del centro de la osificación para el piramidal
10-17 meses (niñas)	aparición de epífisis para bases de falanges proximales II-V
14-24 meses (niños)	aparición de epífisis para bases de falanges proximales II-V
17 meses (niñas)	aparición de epífisis para base de falange distal I
22 meses (niños)	aparición de epífisis para base de falange distal I
16-19 meses (niñas)	aparición de epífisis para cabezas de metacarpos II-V
22-30 meses (niños)	aparición de epífisis para cabezas de metacarpos II-V

19 meses (niñas)	aparición de epífisis para bases de falanges medias II-IV
2,5 años (niños)	aparición de epífisis para bases de falanges medias II-IV
2 años (niñas)	aparición de epífisis para bases de falanges distales III-IV, bases de metacarpo I y falange proximal I
2-3 años (niños)	aparición de epífisis para bases de falanges distales III-IV, bases de metacarpo I y falange proximal I
2,5 años (niñas)	aparición de epífisis para bases de falanges V distal y medio
3,5 años (niños)	aparición de epífisis para bases de falanges V distal y medio
3 años (niñas)	aparición de centro de osificación de semilunar; presencia de grande
4 años (niños)	aparición de centro de osificación de semilunar; presencia de grande
4 años (niñas)	aparición de centro de osificación de trapecio; presencia de ganchoso
5 años (niños)	aparición de centro de osificación de trapecio; presencia de ganchoso
5 años (niñas)	aparición de centro de osificación de escafoides
6 años (niños)	aparición de centro de osificación de escafoides
8 años (niñas)	aparición de centro de osificación de pisiforme; presencia de piramidal
10 años (niños)	aparición de centro de osificación de pisiforme; presencia de piramidal
9-10 años	presencia de trapecio, trapezoide y semilunar
9,5-11 años	presencia de escafoides
10-12 años	aparición y fusión del gancho (hamulus)
12 años	presencia de pisiforme
11-15 años (niñas)	inicio de la osificación de sesamoideos
13-18 años (niños)	inicio de la osificación de sesamoideos
13,5 años (niñas)	fusión de epífisis de falanges distales
16 años (niños)	fusión de epífisis de falanges distales
14-14,5 años (niñas)	fusión de base de metacarpo I y epífisis de falanges proximales y medias
16,5 años (niños)	fusión de base de metacarpo I y epífisis de falanges proximales y medias
14,5-15 años (niñas)	fusión de cabezas de metacarpos II-V
16,5 años (niños)	fusión de cabezas de metacarpos II-V

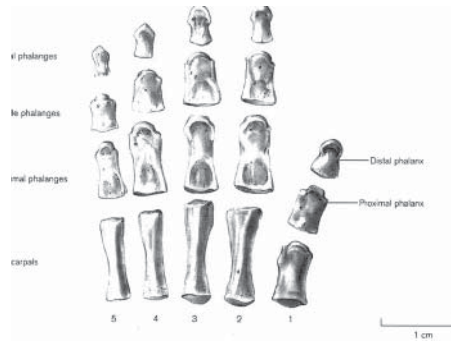


Fig. 38 Mano perinatal (por Scheuer & Black 2000)

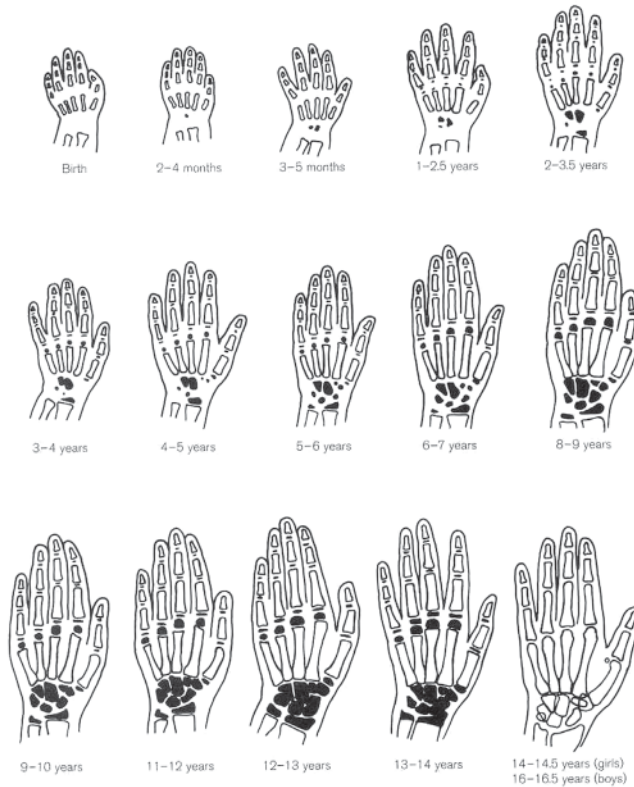


Fig. 39 Desarrollo de la mano según radiografías (por Scheuer & Black 2000)

Carpos

Los carpos osifican cada uno de un centro primario y el proceso de la osificación es bilateral simétrico. Tabla 38 presenta los tiempos de aparición de centros de osificación (Steele & Bramblett 2000).

Tabla 38 Edad (95. percentil en años) y aparición de los centros de la osificación (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

centro	masculinos	femeninos
	95%	95%
grande	0,6	0,16
ganchoso	0,82	0,59
piramidal	5,47	3,73
semilunar	6,77	5,65
escafoides	7,81	5,99
trapecio	8,97	6,36
trapezoide	8,5	6,01

Metacarpos

Los metacarpos poseen dos centros de osificación, uno para el cuerpo y otro para las epífisis. La ubicación de la epífisis del metacarpo I es proximal, mientras en los demás es distal. Las diáfisis osifican antes del nacimiento y las epífisis fusionan a las diáfisis durante la adolescencia. La tabla 39 muestra las edades de aparición de dichas epífisis, tablas 40 y 41 la morfometría del metacarpo II.

Tabla 39 Edad (95. percentil en años) de la aparición de las epífisis de los metacarpos (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

centro	masculinos	femeninos
	95%	95%
metacarpo II	2,82	1,69
metacarpo III	3,01	1,94
metacarpo IV	3,60	2,17
metacarpo V	3,82	2,35
metacarpo I	4,32	2,67

**Tabla 40** Variación en largo máximo y anchura de la diáfisis del metacarpo II (según Scheuer & Black 2000, por Kimura 1976)

años*	masculino		femenino	
	largo	ancho	largo	ancho
0.5-1.5	21.9	4.3	22.9	4.0
1.5-2.5	29.2	5.0	30.0	4.7
2.5-3.5	32.6	5.2	33.3	5.0
3.5-4.5	35.8	5.4	35.6	5.2
4.5-5.5	37.4	5.5	38.5	5.4
5.5-6.5	39.8	5.8	40.9	5.4
6.5-7.5	43.9	5.9	45.2	5.7
7.5-8.5	48.1	6.1	46.9	5.8
8.5-9.5	49.3	6.3	49.6	6.2
9.5-10.5	51.3	6.5	50.8	6.3
10.5-11.5	53.3	6.8	54.4	6.8
11.5-12.5	55.2	7.2	57.0	7.1
12.5-13.5	57.4	7.8	57.9	7.2
13.5-14.5	59.9	8.1	58.4	7.4
14.5-15.5	62.2	8.5	58.9	7.3
15.5-16.5	63.7	8.7	59.4	7.4
16.5-17.5	64.6	8.8	59.5	7.6
17.5-18.5	65.0	8.9	59.4	7.6

*La tabla original trata un intervalo de 7 meses para el principio del rango de años

Tabla 41 Largo máximo y anchura de la diáfisis del metacarpo II en mm (según Scheuer & Black 2000, por Plato et al.1984)

años	masculino		femenino	
	largo	ancho	largo	ancho
5	38.37	4.63	39.80	5.30
6	40.30	5.14	41.30	5.20
7	42.85	5.37	44.00	5.59
8	46.67	5.57	46.43	5.70
9	45.60	5.80	47.18	5.72
10	51.65	5.90	50.45	5.96
11	52.03	6.39	52.93	6.14
12	53.37	6.35	55.05	6.65
13	55.29	6.73	59.02	6.71
14	57.25	7.15	63.36	7.04
15	60.42	7.67	63.08	7.03
16	63.40	6.90	61.38	6.72
17	-	-	64.55	7.35

Falanges

Como en los metacarpos, las falanges tienen dos centros de osificación. Los cuerpos aparecen meses antes del nacimiento, y las epífisis durante los primeros años. La tabla 42 contiene las edades de la aparición de dichas epífisis, tabla 43 la información morfométrica sobre la media falange IV y tabla 44 de la proximal falange III.

Tabla 42 Edad (95. percentil en años) para la aparición de las epífisis de falanges (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

	masculinos	femeninos
centro	95	95
II proximal	2,17	2,47
IV proximal	2,70	1,73
I distal	2,70	1,73
III proximal	2,52	1,88
V proximal	2,82	2,07
III medio	3,31	2,36
IV medio	3,24	2,43
II medio	3,31	2,54
III distal	3,72	2,69
IV distal	3,73	2,82
I proximal	4,57	2,84
II distal	4,97	3,29
V distal	4,98	3,45
V medio	5,84	3,54

Tabla 43 Longitud máxima y anchura mínima de la diáfisis de la media falange IV en mm (según Scheuer & Black 2000, por Roche & Herrmann 1970)

	masculino		femenino	
años	largo	ancho	largo	ancho
3	13.6	5.4	13.2	5.3
4	14.5	5.5	14.2	5.5
5	15.3	5.9	14.9	5.7
6	16.1	6.0	15.5	5.8
7	16.8	6.2	16.4	5.9
8	17.4	6.4	17.3	6.1
9	18.2	6.5	17.8	6.3
10	18.7	6.8	18.5	6.4
11	19.3	6.9	19.4	6.6
12	20.2	7.0	20.3	6.8
13	21.1	7.3	20.9	6.9



Tabla 44 Longitud máxima y anchura mínima de la diáfisis de la proximal falange III en mm (según Scheuer & Black 2000, por Roche & Herrmann 1970)

femenino		
edad	largo	ancho
3	22.2	6.2
4	23.5	6.6
5	25.0	6.9
6	26.3	7.0
7	27.7	7.3
8	29.1	7.5
9	30.3	7.6
10	31.9	7.9
11	33.5	8.0
12	35.4	8.2
13	36.9	8.4

Coxal

El coxal consiste en tres huesos; ilion, isquion y pubis (ver figura 40), que se fusionan entre sí hacia los 12 años en el acetábulo. Los centros de estos huesos aparecen hacia los dos, cuatro y cinco meses respectivamente de vida fetal. La rama isquio-púbica se fusiona hacia los siete a ocho años. Hacia los 12 años, el puente cartilaginoso en el acetábulo que había mantenido separados los tres huesos, inicia su osificación, completándose hacia los 17 años. Las epífisis de la cresta iliaca, la espina iliaca anterior-inferior, la tuberosidad isquiática y la sínfisis del pubis, que aparecen durante la pubertad se unen entre los 16 a 24 años (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

meses 2-3

inicio de la osificación del ilion

meses 4-5

inicio de la osificación del isquion

meses 5-6

inicio de la osificación del pubis

meses 6-8

presencia del isquion separado

nacimiento

presencia de los tres componentes primarios

6 meses

ilion con prominencia en el acetábulo; angulación del borde superior en isquion

1 año

borde superior del ilion cuadrado; desarrollo de la espina del isquion, tubérculo del pubis y cresta

2 años

borde anterior del ilion dobla hacia anterior en plano vertical

3-4 años

definición de la articulación del ilion e isquion en el pubis

4-5 años

definición del área no-articular del acetábulo en ilion

5-6 años

definición del área no-articular del acetábulo en pubis

5-8 años

fusión de la rama isquio-púbica

9-10 años

aparición de la epífisis anterior del acetábulo

10-11 años	osificación de la epífisis posterior del acetábulo
10-13 años	aparición del centro para la espina ilíaca anterior inferior
11-15 años	fusión del acetábulo en niñas
12-14 años	aparición de la epífisis superior del acetábulo y osificación de la cresta ilíaca en niñas
13-16 años	osificación de la epífisis del isquion
14-17 años	fusión del acetábulo en niños; osificación de la cresta ilíaca en niños
15-23 años	obliteración en el borde dorsal de la sínfisis púbica con grietas
16-18 años	tuberosidad del isquion completa
17-20 años	fusión de la cresta ilíaca
19-20 años	extensión de la epífisis del isquion por medio de la rama
20 años	fusión de la espina ilíaca anterior inferior
20-23 años	unión completa de las epífisis del isquion y cresta ilíaca

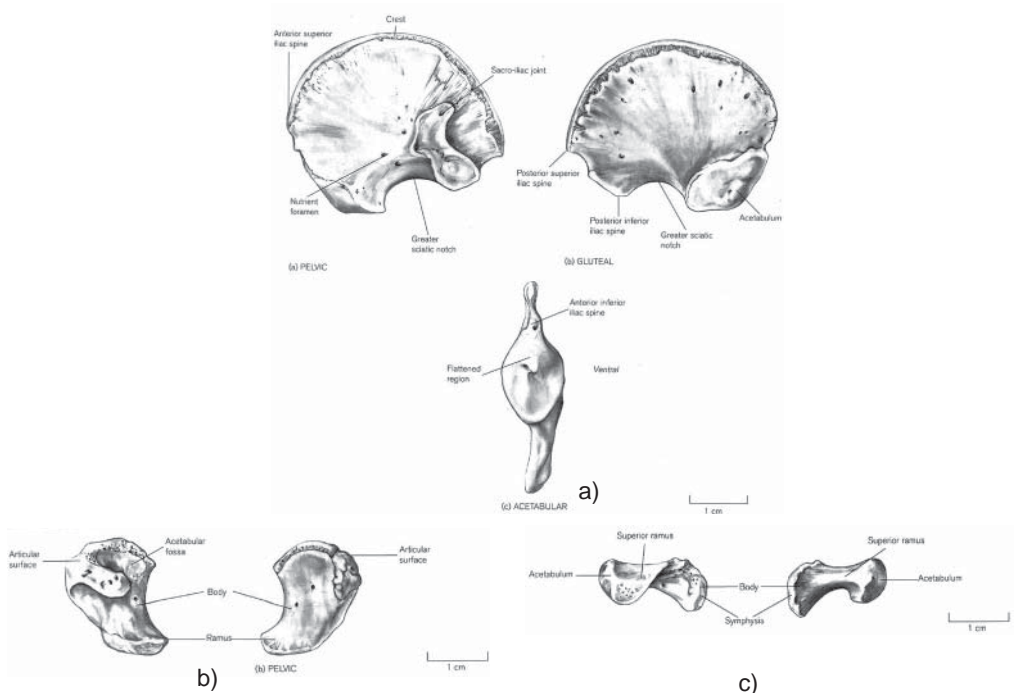


Fig. 40 Desarrollo del coxal perinatal derecho; a) ilion; b) isquion; y c) pubis (por Scheuer & Black 2000)



Sacro

El sacro posee un dibujo de osificación complejo. Osifica a partir de 35 centros (ver figura 41). Los primeros cinco segmentos sacrales tienen tres centros primarios de las vértebras típicas más dos para los elementos costales. Los segmentos cuatro y cinco no poseen estos centros costales. La osificación de los cuerpos y segmentos sacrales inicia hacia el sexto mes de la vida intrauterina; la osificación de los arcos y los elementos costales inicia entre el sexto y séptimo mes. Elementos costales, arcos transversos y cuerpos sacrales fusionan entre el segundo y séptimo año, mientras los procesos dorsales se unen al sacro entre 15 y 17 años de edad. La fusión de los centros costales en los segmentos uno a tres tiene lugar hacia la pubertad. Los anillos epifisiales de los cuerpos aparecen hacia la pubertad y se fusionan entre 18 y 25 años de edad. El proceso de fusión inicia inferior y sigue hacia superior. Los últimos signos de la unión son visibles en las articulaciones laterales entre segmento dos y tres (Steele & Bramblett 2000).

Coxis

En adultos el coxis contiene normalmente dos porciones: un segmento caudal separado y los segmentos inferiores unidos. En edades mayores, el primer elemento puede fusionarse con el sacro y eventualmente une todo el coxis. La unión del coxis con el sacro tiene lugar más frecuentemente y más temprano en varones (Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

mes 3	aparición de los centros de osificación de los cuerpos del S1 y S2
mes 5	aparición de los centros para los cuerpos del S5 y arcos neurales del S4 y S5
mes 6	aparición de los centros para los elementos laterales de S1–S3
mes 8	aparición de los centros del coxis
nacimiento	todos los centros primarios presentes con la excepción de los segmentos distales del coxis
3-4 años	fusión neurocostal en S1 y S2, Co2 aparece
4-5 años	inicio de la fusión de los elementos neurocostales del S1 y S2 al centro
5-6 años	centros primarios en todos los segmentos fusionados con la excepción de la región posterior
6-8 años	inicio de fusión de la región posterior del sacro
10 años	aparición de Co3; continuación de la fusión posterior en región sacral
12 años	elementos costales inician a fusionar
pubertad	aparición de Co4 y todas las epífisis; sacro posterior completo
20 años	elementos S1 y S2 todavía no fusionados
> 25 años	sacro completo

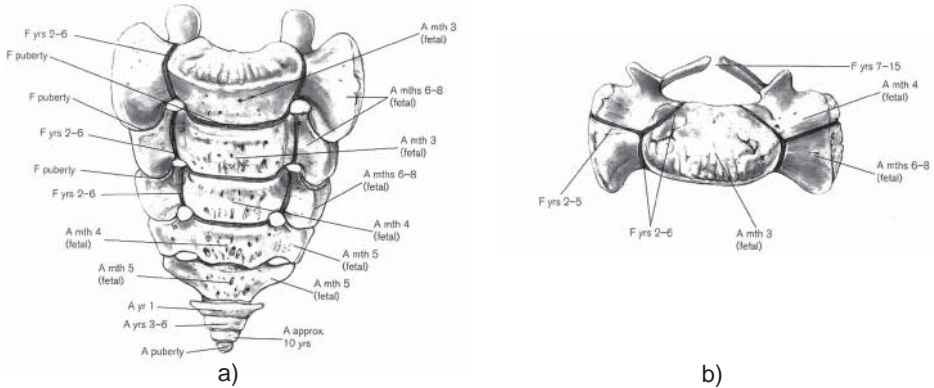


Fig. 41 Desarrollo del sacro con tiempos de aparición y fusión en a) vista anterior y b) vista superior (por Scheuer & Black 2000)

Fémur

Se osifica a partir de un centro primario en la diáfisis, que surge hacia la octava semana fetal y de cuatro centros epifisiales, tres de ellos en la parte superior y uno en la inferior. La epífisis distal es el único centro, que inicia su osificación antes del nacimiento. Su cierre empieza hacia los 14 años en niñas y se oblitera completamente hacia los 20-22 años. En la epífisis proximal, el núcleo de la cabeza aparece hacia el primer año, el trocánter mayor hacia el cuarto año y el menor entre nueve y doce años. La fusión de las mismas sigue en dirección contraria, es decir, el trocánter menor fusiona primero y todos se fusionan antes que la epífisis distal entre los 14-20 años (ver figura 42, Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

semanas 7-8

semanas 36-40

nacimiento

1 año

2-5 años

3-4 años

3-5 años

6-8 años

7-12 años

12-16 años

14-19 años

14-16 años (niñas)

aparición del centro primario en diáfisis

aparición del centro secundario para epífisis distal

representación por diáfisis y epífisis distal

aparición del centro secundario para la cabeza

aparición del centro secundario para el trocánter mayor

presencia de epífisis de la cabeza

presencia de epífisis distal en forma característica

presencia del trocánter mayor

aparición del centro secundario para trocánter menor

fusión de la cabeza en niñas

fusión de la cabeza en niños

fusión del trocánter mayor



16-18 años (niños)	fusión del trocánter mayor
16-17 años	fusión del trocánter menor
14-18 años (niñas)	fusión de la epífisis distal
16-20 años (niños)	fusión de la epífisis distal

Tablas 45 y 46 contienen la información morfométrica del fémur con relación a la edad ósea, tabla 47 las mediciones perinatales y tabla 48 la regresión de la edad con la longitud del fémur.

Tabla 45 Longitud en mm del fémur (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1,5 meses	59	86.0	5.4	68	87.2	4.3
3 meses	59	100.7	4.8	65	100.8	3.6
6 meses	67	112.2	5.0	78	111.1	4.6
1 año	72	136.6	5.8	81	134.6	4.9
1,5 años	68	155.4	6.8	84	153.9	6.4
2 años	68	172.4	7.3	84	170.8	7.1
2,5 años	72	187.2	7.8	82	185.2	7.7
3 años	71	200.3	8.5	79	198.4	8.7
3,5 años	73	212.1	11.4	78	211.1	10.0
4 años	72	224.1	9.9	80	223.2	10.1
4,5 años	71	235.7	10.5	78	235.5	11.4
5 años	77	247.5	11.1	80	247.0	11.5
5,5 años	73	258.2	11.7	74	257.0	12.2
6 años	71	269.7	12.0	75	268.9	13.5
6,5 años	72	280.3	12.6	81	279.0	13.8
7 años	71	291.1	13.3	86	288.8	13.6
7,5 años	76	301.2	13.5	83	299.8	15.2
8 años	70	312.1	14.6	85	309.8	15.6
8,5 años	72	321.0	14.6	82	318.9	15.8
9 años	76	330.4	14.6	83	328.7	16.8
9,5 años	78	340.0	15.8	83	338.8	18.6
10 años	77	349.3	15.7	84	347.9	19.1
10,5 años	76	357.4	16.2	75	356.5	21.4
11 años	75	367.0	16.5	76	367.0	22.4
11,5 años	76	375.8	18.1	75	378.0	23.4
12 años	74	386.1	19.0	71	387.6	22.9

Tabla 46 Longitud en mm del fémur (según Scheuer & Black 2000, por Anderson et al. 1964)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1 año	21	144.8	6.28	30	148.1	6.73
2 años	57	181.5	8.74	52	182.3	8.88
3 años	65	210.9	10.31	63	212.9	11.00
4 años	66	236.5	11.97	66	239.2	13.39
5 años	66	259.2	13.42	66	263.2	14.37
6 años	67	280.0	15.06	66	285.2	16.16
7 años	67	302.5	16.82	67	306.0	18.27
8 años	67	322.8	18.07	67	327.2	19.36
9 años	67	343.6	19.33	67	347.1	21.17
10 años	67	362.9	20.57	67	367.2	23.00
11 años	67	381.6	22.37	67	388.1	24.68
12 años	67	401.2	24.47	67	407.4	25.07
13 años	67	421.7	27.65	67	423.1	24.28
14 años	67	441.8	28.09	67	431.4	22.69
15 años	67	456.9	25.12	67	434.7	21.97
16 años	67	466.6	22.44	67	435.8	21.93
17 años	67	470.7	20.51	67	436.0	21.92
18 años	67	472.3	19.58	67	463.3	21.95

Tabla 47 Longitud (mm) y peso (g) del fémur perinatal (según Scheuer & Black 2000, por Trotter y Peterson 1969)

	longitud	peso
promedio	72,9	3,70

Tabla 48 Ecuación de regresión de la edad con el largo del fémur (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

lineal (semanas)=	$(0,3303 \times \text{fémur}) + 13,5583 \pm 2,08$
logarítmico (semanas) =	$(19,727 \log_e \times \text{fémur}) - 47,1909 \pm 2,04$

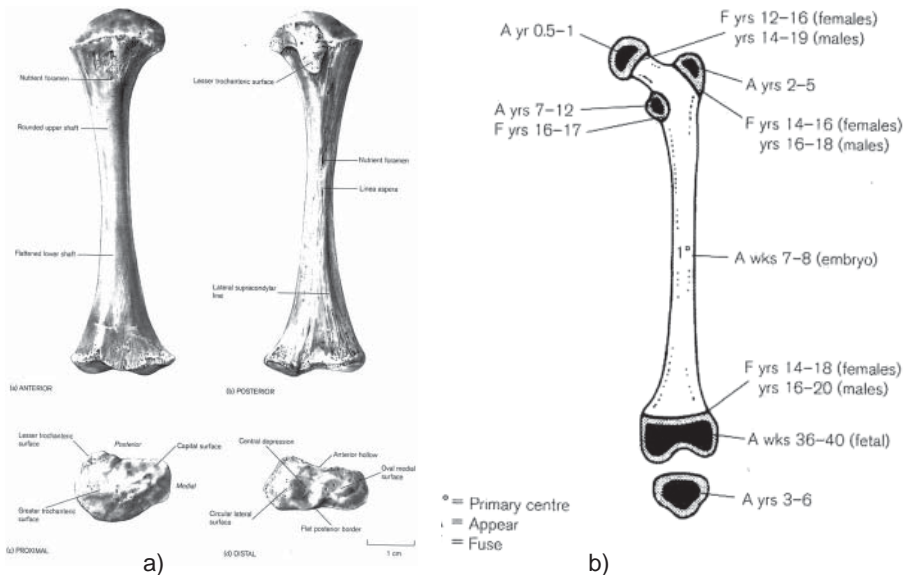


Fig. 42 Desarrollo del fémur derecho; a) fémur perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Rótula

La rótula osifica de diferentes centros hacia tres a seis años en niños y dos a cinco años en niñas. Normalmente se termina la osificación alrededor de la pubertad (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

2-6 años aparición de centro de osificación en la rótula

Tibia

La tibia posee cinco centros de osificación (ver figura 43): uno para la diáfisis, dos para las epífisis distal y proximal, uno para la tuberosidad y uno para el maléolo medial. Se inicia su osificación a partir de un centro primario situado en el centro de la diáfisis que aparece hacia las siete a ocho semanas de vida intrauterina; la epífisis proximal se presenta al nacimiento iniciando su fusión alrededor de los 14 años en el sexo femenino y a los 16 a 17 años en los niños, completando su fusión hacia los 20 años. A su vez, la epífisis distal se empieza a unir a los 13 años en las niñas, finalizando la fusión entre 18 a 20 años. La tuberosidad tibial fusiona hacia los 19 años (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

semana 7-8

aparición del centro primario en diáfisis

semana 36-40

aparición del centro secundario para epífisis proximal

nacimiento

representación por diáfisis y epífisis proximal

6 semanas

presencia del centro secundario para epífisis proximal

3-10 meses

aparición del centro secundario para epífisis distal

3-5 años

osificación del maléolo medial

8-13 años

osificación de la porción distal de la tuberosidad

12-14 años

unión de partes proximales y distales de la tuberosidad

14-16 años (niñas)

fusión de la epífisis distal

15-18 años (niños)

fusión de la epífisis distal

13-17 años (niñas)

fusión de la epífisis proximal

15-19 años (niños)

fusión de la epífisis proximal

Tablas 49 a 51 conllevan la información morfométrica de la tibia con relación a la edad ósea, tabla 52 las mediciones perinatales y tabla 53 la regresión de la edad con la longitud de la tibia.

Tabla 49 Longitud de la tibia en mm (según Scheuer & Black 2000, por Anderson et al. 1964)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1 año	61	116.0	6.20	61	115.7	6.46
2 años	67	145.5	8.09	67	145.1	7.39
3 años	67	167.9	9.35	67	168.1	8.93
4 años	67	186.7	10.91	67	188.6	11.44
5 años	67	204.6	12.47	67	207.7	13.00
6 años	67	221.2	14.18	67	225.3	14.58
7 años	67	237.6	16.32	67	242.2	16.40
8 años	67	253.8	17.78	67	258.9	17.86
9 años	67	269.9	19.61	67	275.6	19.93
10 años	67	285.3	21.13	67	292.8	21.93
11 años	67	301.0	23.01	67	310.0	23.84
12 años	67	317.5	25.36	67	326.1	24.24
13 años	67	334.9	28.33	67	338.3	23.74
14 años	67	351.8	28.65	67	344.3	22.28
15 años	67	363.8	26.16	67	345.9	21.73
16 años	67	370.4	24.12	67	346.3	21.51
17 años	67	372.2	23.16	67	346.5	21.58
18 años	67	372.9	22.54	67	346.5	21.61

**Tabla 50** Longitud de la tibia en mm (según Scheuer & Black 2000, por Gindhart 1970)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1 mes	156	72.14	4.90	108	71.34	4.53
3 meses	118	84.83	4.20	98	84.95	18.14
6 meses	176	99.26	5.34	132	97.06	5.01
9 meses	116	110.06	5.02	101	109.49	17.32
1 año	155	119.57	5.81	122	117.08	5.82
1,5 años	110	135.53	6.87	90	134.24	6.98
2 años	133	150.14	7.43	108	148.08	7.49
2,5 años	92	162.74	7.53	84	163.04	19.04
3 años	130	174.15	9.31	107	173.07	9.93
3,5 años	83	183.98	9.11	85	183.73	10.47
4 años	132	194.00	10.67	115	193.68	11.25
4,5 años	85	203.59	10.29	77	203.62	11.96
5 años	125	212.37	11.66	109	213.18	12.54
5,5 años	78	221.89	11.76	71	223.62	13.85
6 años	157	232.95	13.09	118	231.15	15.16
6,5 años	98	240.88	14.19	101	241.19	16.61
7 años	150	250.42	14.26	113	250.29	16.91
7,5 años	101	258.93	15.37	101	261.01	19.31
8 años	147	268.36	15.86	109	270.47	20.15
8,5 años	97	276.88	16.16	96	278.56	20.91
9 años	144	287.97	17.43	100	290.74	21.51
9,5 años	83	295.89	16.82	83	298.97	22.07
10 años	127	305.60	18.38	98	307.98	20.06
10,5 años	12	315.92	11.67	17	310.20	22.55
11 años	98	322.21	19.18	82	323.86	19.24
11,5 años	13	327.64	12.23	10	325.62	25.59
12 años	73	336.95	19.33	55	336.24	20.26
13 años	53	358.05	27.61	42	246.45	20.21
14 años	31	372.41	27.65	33	352.67	19.93
15 años	21	386.85	45.57	20	357.75	19.63
16 años	19	402.06	28.97	23	366.63	20.67
17 años	18	411.72	27.27	15	374.21	24.50
18 años	18	404.19	23.85	11	367.05	31.48

Tabla 51 Longitud de la tibia en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1,5 meses	59	70.8	5.4	69	70.3	4.6
3 meses	58	81.9	5.3	65	80.8	4.6
6 meses	67	91.0	5.2	78	88.9	5.3
1 año	72	110.3	5.2	81	108.5	4.8
1,5 años	68	126.1	6.0	84	124.0	5.6
2 años	68	140.1	6.5	84	138.2	6.5
2,5 años	72	152.5	6.8	82	150.1	7.0
3 años	72	163.5	7.7	79	161.1	8.2
3,5 años	73	172.8	9.8	78	171.2	8.7
4 años	72	182.8	9.0	80	180.8	9.5
4,5 años	71	191.8	9.2	78	190.9	10.5
5 años	77	201.4	9.9	80	199.9	11.4
5,5 años	73	210.3	10.7	74	207.9	12.5
6 años	71	218.9	10.0	75	217.4	12.6
6,5 años	72	227.8	11.6	81	226.3	13.6
7 años	71	236.2	11.8	86	234.1	14.1
7,5 años	76	244.2	12.4	83	243.2	15.0
8 años	70	253.3	12.9	85	251.7	15.6
8,5 años	72	260.6	12.3	82	259.1	15.6
9 años	76	268.7	13.4	83	265.5	17.1
9,5 años	78	276.9	14.4	83	276.6	18.7
10 años	77	284.9	14.2	84	284.3	19.3
10,5 años	76	292.0	15.1	75	292.4	21.4
11 años	75	298.8	15.0	76	300.8	21.2
11,5 años	76	306.8	16.5	75	310.5	21.4
12 años	73	315.9	17.0	71	318.2	21.7

Tabla 52 Longitud (mm) y peso (g) de la tibia perinatal (según Scheuer & Black 2000, por Trotter y Peterson 1969)

	longitud	peso
promedio	63,9	2,33

Tabla 53 Ecuación de regresión de la edad con el largo de la tibia (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

linear (semanas) =	$(0,4207 \times \text{tibia}) + 11,4724 \pm 2,12$
logarítmico (semanas) =	$(21,207 \log_e \times \text{tibia}) - 50,2331 \pm 2,11$

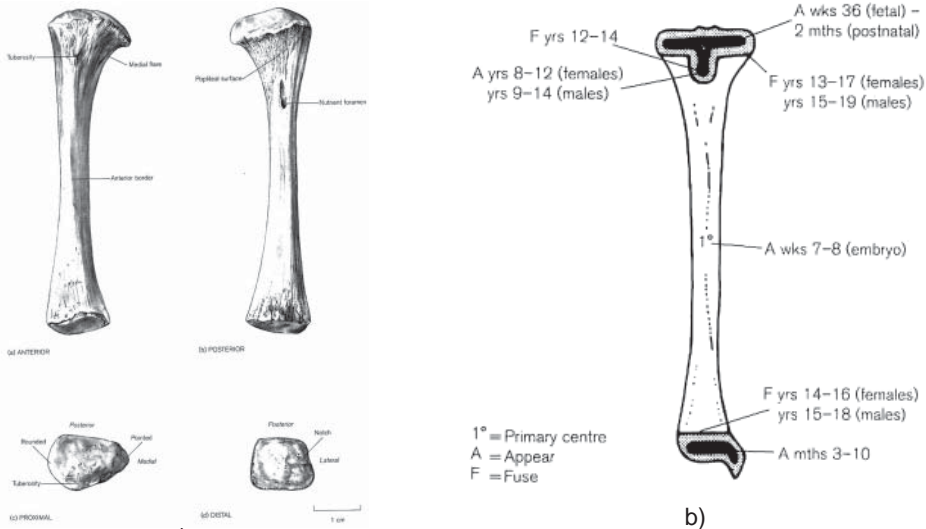


Fig. 43 Desarrollo de la tibia derecha; a) tibia perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Peroné

El peroné osifica a partir de tres centros; uno para la diáfisis y uno para cada extremo. Hacia la octava semana intrauterina aparece el centro primario de osificación en la diáfisis, en la epífisis proximal hacia el primer año y en la distal cerca de los tres años en niñas y hacia los cuatro años en niños. Estas se fusionan hacia los 14-15 años en niñas y 16-17 años en varones, y 11-12 y 14-15 años, respectivamente. La unión finaliza completamente hacia los 20-22 años (ver figura 44; Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

semana 8

aparición del centro primario en diáfisis

nacimiento

representado por la diáfisis

meses 9-22

aparición del centro secundario para la epífisis distal

4 años

aparición del centro secundario para la epífisis proximal en niñas

5 años

aparición del centro secundario para la epífisis proximal en niños

8 años (niñas)

osificación del proceso estiloide

11 años (niños)

osificación del proceso estiloide

- 12-15 años (niñas) fusión de la epífisis distal
- 15-18 años (niños) fusión de la epífisis distal
- 12-17 años (niñas) fusión de la epífisis proximal
- 15-20 años (niños) fusión de la epífisis proximal

Tabla 54 representa la información morfométrica del peroné con relación a la edad ósea.

Tabla 54 Longitud del peroné en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

edad	masculino			femenino		
	n	promedio	desviación	n	promedio	desviación
1,5 meses	59	68.1	5.3	69	66.8	4.4
3 meses	58	78.6	4.9	65	77.1	4.1
6 meses	67	87.2	4.8	78	84.9	5.2
1 año	72	107.1	5.5	81	105.0	5.1
1,5 años	68	123.9	6.2	84	121.3	5.9
2 años	68	138.1	6.7	84	136.0	6.8
2,5 años	72	150.7	7.1	82	147.9	7.1
3 años	72	162.1	7.7	79	159.4	7.9
3,5 años	73	171.6	9.6	78	169.6	8.3
4 años	72	181.8	8.7	80	179.5	9.1
4,5 años	71	190.8	8.8	78	189.4	10.2
5 años	77	200.4	9.6	80	198.6	11.1
5,5 años	73	209.0	10.2	74	206.5	11.7
6 años	71	217.5	9.6	75	216.0	12.2
6,5 años	72	226.0	10.5	81	224.3	13.4
7 años	71	234.2	11.3	86	232.1	13.4
7,5 años	76	242.1	11.8	83	240.8	14.5
8 años	70	251.0	12.4	85	248.8	14.8
8,5 años	72	257.7	11.8	82	256.1	15.2
9 años	76	265.6	13.0	83	263.7	16.3
9,5 años	78	273.8	13.8	83	272.2	17.6
10 años	77	281.3	13.9	84	279.4	18.3
10,5 años	76	287.8	14.6	75	287.2	20.4
11 años	75	294.9	14.6	76	294.4	19.8
11,5 años	76	301.7	16.0	75	303.8	20.7
12 años	73	310.1	16.4	71	311.1	20.8

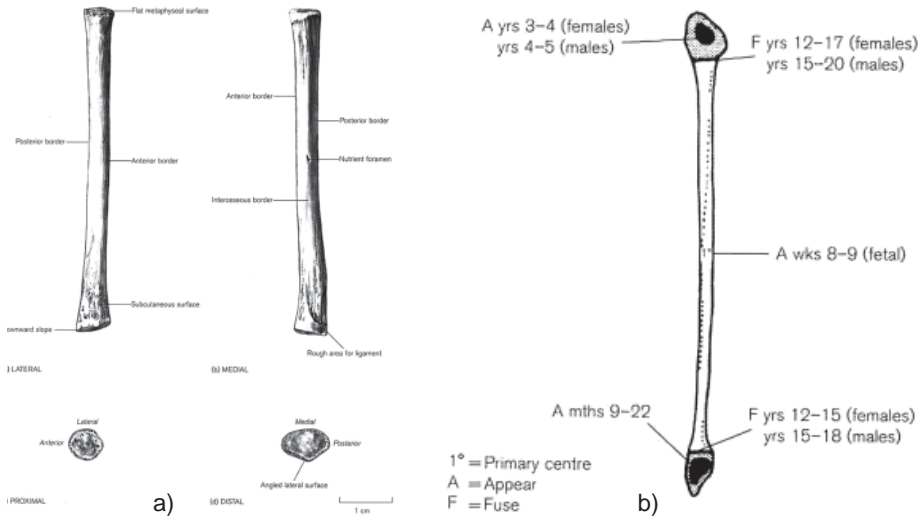


Fig. 44 Desarrollo del peroné derecho; a) peroné perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Pie

Al nacer, el pie está representada por 2 tarsos, 5 metatarsos y 14 falanges, como se observa en la figura 46.

Desarrollo (ver figuras 45, 46)

fetal

semanas 8-10	aparición de centros primarios de metatarsos II-V
semanas 9-12	aparición de centros primarios de falanges distales
semana 12	aparición de centros primarios de base del metatarso I
semanas 14-16	aparición de centros primarios de falanges proximales
semanas 16-20	aparición de centros primarios de falanges medias
meses 5-6	aparición de centro primario del calcáneo
meses 6-7	aparición de centro primario de astrágalo

nacimiento

presencia de al menos 16 centros primarios; también astrágalo y calcáneo presente

1-3 meses

aparición del centro de osificación del cuboide

3-6 meses

aparición del centro de osificación del cuneiforme lateral

9 meses (niñas)

aparición de epífisis para base del falange distal I

14 meses (niños)

aparición de epífisis para base del falange distal I

11-14 meses (niñas)

aparición de epífisis para falanges medias II-IV

14-24 meses (niños)	aparición de epífisis para falanges medias II-IV
11-20 meses (niñas)	aparición de epífisis para falanges proximales
18-28 meses (niños)	aparición de epífisis para falanges proximales
12-24 meses (niñas)	aparición del centro de osificación para cuneiforme medial
24-36 meses (niños)	aparición del centro de osificación para cuneiforme medial
18-20 meses (niñas)	aparición de epífisis para base de metatarso I
26-31 meses (niños)	aparición de epífisis para base de metatarso I
19-24 meses (niñas)	aparición de epífisis para cabeza del metatarso II
27-34 meses (niños)	aparición de epífisis para cabeza de metatarso II
24-36 meses (niñas)	aparición del centro de osificación para cuneiforme medio
36-48 meses (niños)	aparición del centro de osificación para cuneiforme medio
2 años 5 m. (niñas)	aparición de epífisis para cabeza del metatarso III
3 años 5 m. (niños)	aparición de epífisis para cabeza de metatarso III
2 años 8 m. (niñas)	aparición de epífisis para cabeza del metatarso IV
4 años (niños)	aparición de epífisis para cabeza de metatarso IV
2-3 años (niñas)	aparición del centro de osificación para navicular como epífisis para falanges distales II-IV y epífisis para la cabeza del metatarso V
4-5 años (niños)	aparición del centro de osificación para navicular como epífisis para falanges distales II-IV y epífisis para la cabeza del metatarso V
3-5 años (niñas)	navicular, cuneiforme y cabezas de metacarpos identificables
5-7 años (niños)	navicular, cuneiforme y cabezas de metacarpos identificables
5-6 años (niñas)	aparición de epífisis del calcáneo
7-8 años (niños)	aparición de epífisis del calcáneo
8 años (niñas)	aparición de epífisis del astrágalo
11 años (niños)	aparición de epífisis del astrágalo
9 años (niñas)	aparición de sesamoideo y fusión de epífisis del astrágalo
12 años (niños)	aparición de sesamoideo y fusión de epífisis del astrágalo
9-10 años (niñas)	aparición y fusión de epífisis del navicular y epífisis en base del metatarso V
12-13 años (niños)	aparición y fusión de epífisis del navicular y epífisis en base del metatarso V
10-12 años (niñas)	fusión de epífisis del calcáneo
11-14 años (niños)	fusión de epífisis del calcáneo
11-13 años (niñas)	fusión de epífisis en falanges distales, medias y cabezas de metatarsos II-V
14-16 años (niños)	fusión de epífisis en falanges distales, medias y cabezas de metatarsos II-V
13-15 años (niñas)	fusión de epífisis en falanges proximales y base de metatarso I
16-18 años (niños)	fusión de epífisis en falanges proximales y base de metatarso I
15-16 años (niñas)	fusión de epífisis en calcáneo completa
18-20 años (niños)	fusión de epífisis en calcáneo completa

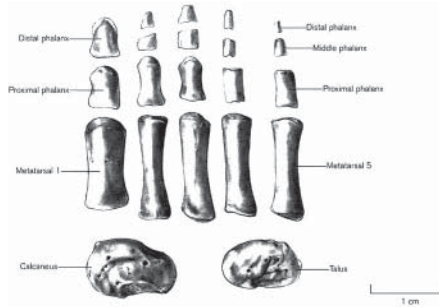


Fig. 45 Huesos del pie perinatal (por Scheuer & Black 2000)

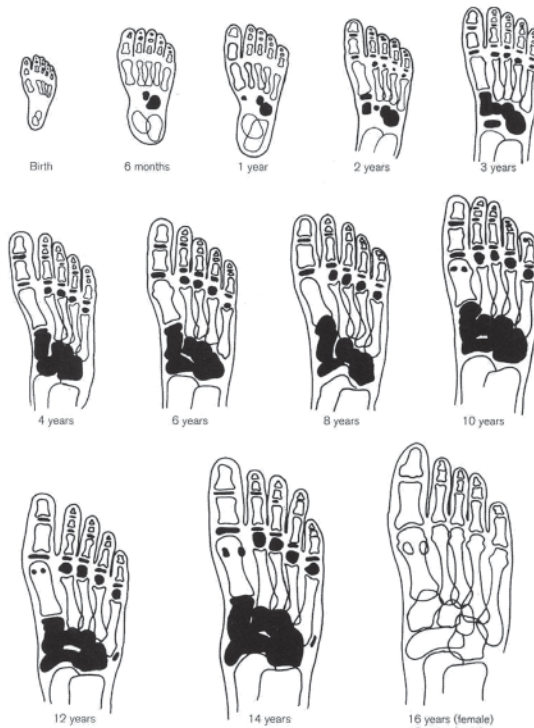


Fig. 46 Desarrollo del pie según radiografías (por Scheuer & Black 2000)

Tarsos

Todos los tarsos osifican de un centro primario. Con cinco hasta seis meses intrauterinos aparece el centro primario de osificación del calcáneo; la epífisis de la tuberosidad aparece entre cuatro y seis años en niñas y cinco y nueve años en niños. La osificación de los tarsos inicia con ocho meses intrauterinos y hacia los ocho hasta once años aparecen los centros secundarios para la osificación, que se une en los años siguientes (Steele & Bramblett 2000). Los tiempos de la aparición de las epífisis de los tarsos están presentadas en tabla 55.

Tabla 55 Edad (95. percentil en años) y aparición de las epífisis de los tarsos (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

centro	masculinos	femeninos
	95%	95%
cuboide	0,30	0,16
3. cuneiforme	1,58	1,23
1. cuneiforme	3,77	2,82
2. cuneiforme	4,21	3,00
navicular	5,40	3,58

Metatarsos

Los metatarsos poseen 2 centros de osificación; uno para el cuerpo y otro para las epífisis. En metacarpos II a V las epífisis son distales y forman la cabeza; metacarpo I posee una epífisis proximal. Los centros primarios para metacarpos II y III aparecen en la novena semana fetal, del metacarpo I en el tercer mes intrauterino, y del metacarpo IV y V en la décima semana intrauterina. La unión de los cuerpos y epífisis se realiza hacia los 16 y 18 años (Steele & Bramblett 2000). La tabla 56 muestra los edades de aparición de las epífisis en metatarsos.

Tabla 56 Edad (95. percentil en años) de la aparición de las epífisis de los metatarsos (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

centro	masculinos	femeninos
	95%	95%
metatarso I	3,12	2,23
metatarso II	4,33	3,43
metatarso III	5,00	3,68
metatarso IV	5,74	4,05
metatarso V	6,34	4,93

Falanges

También las falanges del pie osifican a partir de dos centros. Los centros del cuerpo aparecen en la décima semana fetal, las epífisis de la base después. La unión termina hacia los años 16 a 18. Tabla 57 conlleva las edades de la aparición de las epífisis de falanges (Steele & Bramblett 2000).

**Tabla 57** Edad (95. percentil en años) para la aparición de las epífisis de falanges (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

	masculinos	femeninos
centro	95	95
fila distal I	2,10	1,68
fila media IV	2,88	3,00
fila media III	4,27	2,47
fila proximal III	2,52	1,88
fila proximal IV	2,65	2,06
fila proximal II	2,65	2,05
fila media II	4,05	2,24
fila proximal I	3,31	2,47
fila proximal V	3,65	2,67
fila distal V	6,30	4,07
fila distal III	6,19	4,11
fila distal IV	6,40	4,09
fila distal II	6,75	4,50

Generalmente se puede resumir, que la relación entre los datos morfométricos y la edad es mucho más estrecha en la etapa fetal (ver anexo II), cuando el crecimiento está bajo el directo control genético y la alimentación maternal funciona. Las tablas elaboradas por Fazékas & Kósa (1978) tienen su base en una serie de referencia de 138 individuos. Los investigadores tomaron en total 67 mediciones de 37 huesos distintos en base de cuales se calcula el promedio para la estimación de la edad. En la aplicación de las tablas se observó un rango de error de 2 semanas, aunque otros autores identificaron rangos más amplios en la aplicación en material histórico. Y siempre se debe que tomar en cuenta el retraso del crecimiento en material indígena, que fue documentado por varios autores (ver Ubelaker 1999).

1.5. Maduración ósea

Varias partes del esqueleto pueden utilizarse para evaluar la madurez ósea, pero por razones metodológicas, una gran cantidad de estudios se han realizado sobre la muñeca y la mano. Esta evaluación se lleva a cabo mediante la observación de placas radiográficas en referencia al atlas elaborado por Greulich & Pyle (1959). Como es obvio mencionar, Scheuer & Black (2000) postularon, que estos métodos no son aplicables en contextos osteológicos debido a que los carpos no se suelen conservar en esqueletos de edades tempranas, y si lo hacen no se presentan las interrelaciones anatómicas 'in vivo', aunque pueden aplicarse en el caso de individuos momificados y puede ser usado en contextos forenses para la identificación.

A pesar de su no aplicabilidad en restos óseos, su metodología ha resultado en un elevado número de estudios, que han tenido en cuenta como factores la nutrición, el nivel socioeconómico y la pertenencia a un grupo geográfico o histórico. Aquellos factores afectan al desarrollo óseo. Por tanto, a través de una aproximación a estos métodos puede obtenerse información del impacto de estos factores sobre la maduración ósea.

Generalmente, la osificación se realiza más temprana en niñas que en niños, con un margen que oscila entre los dos a seis años. Dentro del mismo esqueleto algunos huesos y algunas epífisis se cierran en distintos períodos. Así, el fémur crece principalmente a expensas de la epífisis distal, mientras que la proximal es poco activa. Por el contrario, el húmero crece gracias a su extremo proximal. Los huesos del antebrazo crecen básicamente hacia la muñeca, mientras que la tibia y el peroné crecen por igual hacia la rodilla y el tobillo. Los carpos de la mano y los tarsos del pie crecen continuamente desde distal hacia proximal. La madurez biológica se alcanza inicialmente en el tobillo y en la cadera; se continúa con la rodilla y el codo y finaliza con el hombro y la muñeca. Como criterio general se aplica la observación de la osificación con resultados más confiables en adolescentes (Mays 2003).

Para dar una impresión más general de la fusión se determina la secuencia con inicio en el tobillo y la cadera, sigue por la rodilla y el codo y termina en el hombro y la muñeca (figura 47). Según Ubelaker (1999) los indicadores más preferibles son el húmero proximal, el epicóndilo medial, radio distal, cabeza del fémur, cresta ilíaca, clavícula esternal y las articulaciones laterales del sacro.

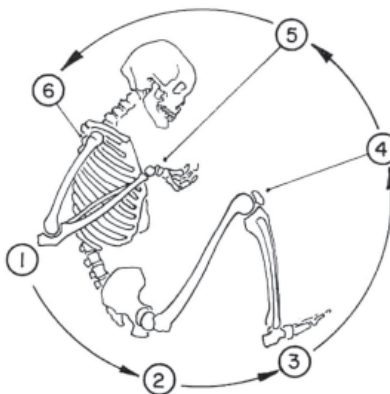


Fig. 47 Secuencia de la osificación (por Shipman et al. 1985)

En general los huesos desarrollan de varios centros de osificación. Con el nacimiento se cuenta con 450 de estos centros mientras en el estado adulto se observa normalmente 206 huesos (Bass 1995). Típicamente, los huesos poseen tres centros;



un centro primario (diáfisis) y dos centros secundarios (epífisis), aunque se detecta en el fémur cuatro centros (adicionalmente los trocánter), en las vértebras cinco (dos anillos del cuerpo, uno en cada proceso transversal y otro del proceso espinoso) o en los metacarpos y tarsos solo uno en el extremo proximal. Todo el proceso de la osificación, es decir la remodelación del cartílago en material óseo duro entre dos y cinco años, y normalmente se observa una línea de fusión que desaparece en adultos por la remodelación del material óseo.

Las disfunciones del crecimiento más conocidas que están determinadas por hormonas son el enanismo o acondroplasia, el gigantismo y acromegalia.

Varios estudios se han centrado en el efecto de la malnutrición sobre la madurez ósea. Como evidenciaron varias investigaciones, se puede afirmar que asociado a la malnutrición existe un retraso en la maduración ósea (Newman & Collagos 1957; Chávez et al. 1964), evaluada por medio del conteo del número de centros de osificación presentes y otros métodos. En dichos estudios se observa, que la maduración ósea se ve menos afectada que los parámetros somáticos del crecimiento (peso, talla), aunque se anotan diferencias significativas. Mays (2003) subrayó que la malnutrición resulta en un retraso de la osificación.

Para el caso concreto de Guatemala cabe destacar algunas investigaciones. Blanco et al. (1972) encontraron, que los niños con peores condiciones de nutrición tenían un menor número de centros de osificación presentes en comparación con los niños en buen estado nutricional. Martorell et al. (1979) **determinaron, que los niños con un suplemento calórico diario presentaban un avance en la maduración ósea.** Bogin et al. (1989) **también identificaron retrasos en la maduración ósea de menor magnitud que en los parámetros de crecimiento.** En la aplicación del estándar del atlas (Greulich & Pyle 1959), Blanco et al. (1972) encontraron retrasos en la madurez de muestras guatemaltecas, específicamente para niños de 10,4-16,3 meses y para niñas de 8,8-11,9 meses.

Sin embargo, estos estudios llaman la atención y provocan cierta precaución en la aplicación de los pocos estándares disponibles para el cierre de epífisis, si se toma en cuenta las condiciones adversas bajo las que se desarrolla la población infantil en Guatemala. Dichas condiciones no favorables provocan un retraso en la maduración ósea.

Estudios realizados en una muestra multiétnica y de distintas edades de norteamericanos contemporáneos sugieren nuevos estándares para estimar la edad del cierre epifisial (figura 48, Moore-Jansen & Jantz 1989). Este método de observación es fácil de aplicar, minimizando los errores entre varios investigadores ("inter-observer-error").

Los estados del cierre epifisial utilizados en esta observación son los siguientes:

- Fase 1:** Abierto (sin unión); las superficies de la metáfisis están altamente vascularizadas y por tanto, su aspecto es rugoso, granular, estriado, con aristas y nódulos
- Fase 2:** Unión parcial; se inicia la osificación de las epífisis con las metáfisis del hueso; parte de la metáfisis está unida y otra porción separada
- Fase 3:** Unión completa; relleno completo o casi total de la metáfisis, con la superficie del hueso suave, finamente granular

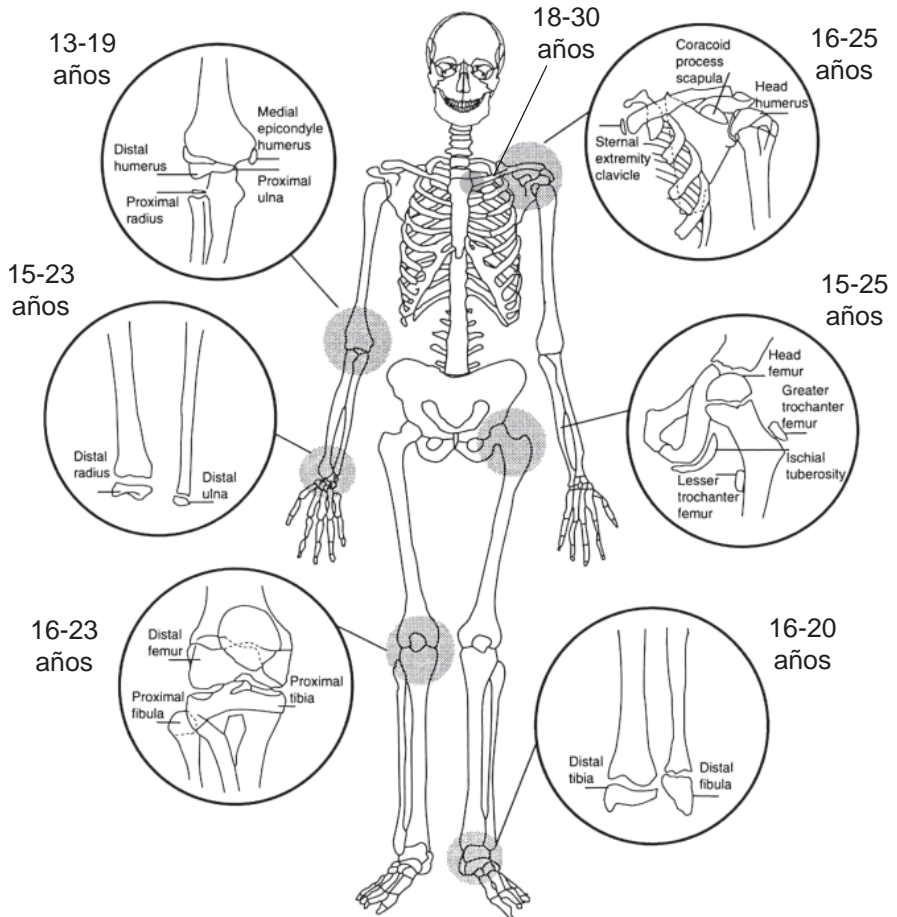


Fig. 48 Esquema del cierre epifisial (modificado, según Buikstra et al. 1994)



Estudios realizados recientemente por Suchey y colaboradores (1984) y Webb & Suchey (1985) con base en una muestra multiétnica y de distintas edades de norteamericanos contemporáneos (605 hombres y 254 mujeres) sugieren también estándares para estimar la edad del cierre epifisial en la clavícula y la cresta ilíaca (ver tabla 56). Los estados del cierre epifisial utilizados en la observación son iguales a los anteriormente mencionados.

Tabla 58 Estimación de la edad en base de la osificación de los fines esternales de la clavícula y la cresta ilíaca (según Owings 1981, Webb & Suchey 1985)

fusión	clavícula		cresta ilíaca	
	varones	mujeres	varones	mujeres
no fusionado	< 25	< 23	< 19	< 15
fusión parcial	17 – 30	16 – 33	14 – 23	14 – 23
fusión completa	> 21	> 20	> 17	> 18

Informaciones específicas sobre la osificación del sacro resultaron del análisis publicado por McKern. Los tiempos de la fusión de las epífisis están documentados en la tabla 59.

Tabla 59 Fusión del sacro (según Steele & Bramblett 2000)

epífisis	inicio	completo
S1 – S2	16	30 - 32
S2 – S3	16 -17	23 - 24
S3 – S4	16 - 17	22 - 23
S4 – S5	16 - 17	22 - 23
anillo superior	16	22 - 23
articulación lateral	17	21 - 22
auricular	17	21 - 22

Stewart (1979) propuso para la determinación de la edad fundamentada en el cierre epifisial, analizar las epífisis del húmero proximal, epicóndilo medial, radio distal, cabeza femoral, fémur distal, cresta ilíaca, clavícula medial, $\frac{3}{4}$ articulación del sacro y las articulaciones laterales del sacro. Con base en estos elementos se observa el estado de la fusión: 1 = no unión; 2 = $\frac{1}{4}$ unión; 3 = $\frac{1}{2}$ unión; 4 = $\frac{3}{4}$ unión; 5 = unión completa.

La adición de los valores observados se utiliza para la calculación de la edad según las siguiente fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{suma de valores } \sum v \text{ 18-36: edad} &= 0,0758 \times \sum v + 16.6146 \\ \text{suma de valores } \sum v \text{ 38-46: edad} &= 0,5617 \times \sum v + 2,1995 \end{aligned}$$

La tabla 60 contiene las edades de la osificación establecidas por Krogman & Iscan (1986) y Knussmann (1988) entre otros.

Tabla 60 Obliteración de los centros secundarios de osificación (según Knussmann 1988, Owings Webb & Suchey 1985, Krogman & Iscan 1965)

hueso	centro de osificación	Krogman & Iscan	Knussmann	
		rango de edad	varones	mujeres
omóplato	acromion	18,0-19,0	16-22	16-22
	margen vertebral	20,0-21,0	20-24	19-21
	ángulo inferior	20,0-21,0	20-24	19-21
clavícula	terminación esternal	25,0-28,0	22-24	21-23
	terminación acromial	19,0-20,0	-	-
húmero	cabeza	19,5-20,5	20-25	18-22
	epífisis distal	14,0-15,0	14-18	14-17
	epicóndilo medial	15,0-16,0	-	-
radio	epífisis proximal	14,5-15,5	14-18	14-17
	epífisis distal	18,0-19,0	17-20	16-19
cúbito	epífisis proximal	14,5-15,5	14-18	14-17
	epífisis distal	18,0-19,0	17-20	16-19
mano	metacarpos	15,5-16,5	17-22	16-21
	falange I	15,0-16,0	-	-
	falange II	15,0-16,0	-	-
	falange III	14,5-15,5	-	-
pelvis	elementos primarios	13,0-15,0	15-18	15-18
	cresta ilíaca	18,0-19,0	21-24	21-24
	tuberosidad isquion	19,0-20,0	21-24	17-20
fémur	cabeza	17,0-18,0	18-21	15-19
	trocánter mayor	17,0-18,0	18-21	15-19
	trocánter menor	17,0-18,0	-	-
	epífisis distal	17,5-18,5	17-20	15-19
tibia	epífisis proximal	17,5-18,5	17-20	15-19
	epífisis distal	15,5-16,5	17-19	15-18
peroné	epífisis proximal	17,5-18,5	17-20	15-19
	epífisis distal	15,5-16,5	17-19	15-18
calcáneo		14,5-15,5	16-22	13-20
pie	metatarsianos	15,0-16,0	16-22	13-20
	falange I	14,5-15,5	-	-
	falange II	14,0-15,0	-	-
	falange III	14,0-15,0	-	-



En conclusión se puede subrayar, que la determinación de la edad con base en la osificación posee varias dificultades en la aplicación en casos forenses. Primero, la osificación en jovencitas tiene lugar uno o dos años más adelante que en jóvenes varones. Segundo, faltan muestras de la edad de adolescentes en las poblaciones de referencia, porque se observa en esta etapa mortalidad baja. Tercero, no se detectan siempre todas las epífisis en excavaciones arqueo-antropológicas, un problema técnico durante la excavación. Finalmente se debe tomar en cuenta el retraso en poblaciones que sufren malnutrición; la aplicación de los estándares resulta lógicamente en la subestimación de la edad en aquellos especímenes (Mays 2003, Saunders 1992, Ubelaker 1999).

1.6. Edad morfométrica

La aplicación de la edad morfométrica como único criterio para la estimación de la edad no es recomendable por varias razones. Mientras en la etapa fetal la correlación entre edad y longitud de los huesos largos es estrecha, la predicción pierde peso con el tiempo ocurrido. Las razones son, por un lado las diferencias entre sexos y poblaciones, y por el otro, por las diferentes situaciones del medioambiente y de la nutrición, que afectan al desarrollo óseo. Además, el método sufre un problema de la transcripción; es decir, que las edades establecidas por este método son vinculadas y adaptadas a través de la estimación de la edad dental (ver capítulo 1.3.), establecido por los métodos de la mineralización y desarrollo que por sí mismos no reflejan necesariamente la edad real (Mays 2003, Schwartz 1995, Ubelaker 1999). Tabla 61 muestra datos de referencia histórica europea documentado por Stloukal & Hanakova (1978), y la tabla 62 contiene datos de Ubelaker con base en una muestra indígena norteamericana.

Tabla 61 Mediciones en mm de los huesos largos en correlación de estimación de edad (según Herrmann et al. 1990)

edad	húmero	radio	cúbito	fémur	tibia
- 6 meses	78-97	63-75	72-80	95-122	84-93
- 12 meses	89-106	68-85	79-86	109-135	93-105
- 18 meses	98-118	75-90	85-95	122-152	102-120
- 24 meses	106-129	80-96	93-102	135-166	109-131
- 30 meses	113-138	86-103	98-110	143-182	117-144
- 3 años	120-147	93-110	104-117	156-196	127-156
- 4 años	128-159	98-120	111-129	169-213	136-171
- 5 años	136-170	105-130	118-139	183-230	146-184
- 6 años	147-181	114-140	125-152	198-246	158-201
- 7 años	157-192	121-152	134-164	214-263	168-216
- 8 años	169-201	130-160	145-174	228-278	180-227
- 9 años	178-210	139-163	154-178	241-290	191-235
- 10 años	186-218	149-168	163-186	254-305	202-246
- 11 años	196-224	156-175	169-193	265-323	212-259
- 12 años	202-234	160-179	173-198	279-337	218-268
- 13 años	211-247	165-188	178-208	286-358	227-283
- 14 años	210-257	160-200	183-221	296-382	235-301

Tabla 62 Correlación entre edad cronológica y mediciones óseas (según Ubelaker 1999)

años	húmero	radio	cúbito	fémur	tibia	peroné	ilíon
> 0,5	63,5-89,0	49,0-73,7	60,0-82,5	62,5-106,0	59,5-94,0	60,0-88,0	32,5-44,5
0,5-1,5	84,0-119,0	67,0-92,0	74,5-103,0	92,5-161,0	81,0-131,5	75,0-122,0	46,0-65,0
1,5 – 2,5	121,0-138,0	84,0-104,0	94,0-116,0	141,0-186,0	125,0-151,0	111,5-142,5	60,0-74,5
2,5 – 3,5	118,0-157,0	93,5-119,0	100,0-129,5	155,0-215,0	127,0-184,0	124,0-182,0	64,0-82,0
3,5 – 4,5	154,0-159,0	116,0-120,5	126,5-133,0	208,0-218,0	165,0-176,0	163,0-174,0	79,0-81,5
4,5 – 5,5	161,0-179,5	125,0-132,5	140,0-145,5	225,0-243,0	181,0-201,5	178,0-193,5	69,0-89,0
5,5 – 6,5	172,5-192,0	134,5-149,0	145,0-166,0	236,0-277,0	191,0-222,0	188,0-201,0	90,5-96,0
6,5 – 7,5	187,5-204,0	146,0-153,0	161,0-175,0	252,0-274,0	212,0-229,5	209,0-227,0	95,0-98,5
7,5 – 8,5	206,5-217,0	-	176,0-184,0	285,0-300,5	227,0-258,0	-	105,0-112,0
8,5 – 9,5	-	-	-	-	-	-	-
9,5 – 10,5	225,0-235,0	178,0-196,0	19,5-213,0	320,0-322,0	261,5-284,5	255,0-275,5	117,0-122,0
10,5 – 11,5	-	-	-	-	-	-	-
11,5 – 12,5	251,0-258,0	169,5-200,0	216,0-219,0	339,0-350,0	279,5-296,0	273,0-292,0	114,0-126,0
12,5 – 13,5	-	-	-	-	-	-	129,5-148,0
13,5 – 14,5	-	-	-	-	-	-	-
14,5 – 15,5	-	-	-	345,0-368,0	294,0-319,0	287,0-310,0	123,0-131,0

La aplicación de ambas tablas en la muestra indígena guatemalteca mostró resultados más confiables que los datos de referencia presentados anteriormente de Scheuer & Black.

1.7. Reconstrucción de la estatura subadulta

La estimación de la estatura en individuos inmaduros se complica por la ausencia de las epífisis y por tanto, por la dificultad en la medición del hueso total. Este problema se puede obviar si se le añaden las alturas de las epífisis distal y proximal a la longitud de la diáfisis. En el húmero, la epífisis proximal equivale a un 13-22% del total del hueso; en la tibia la epífisis proximal varía entre 2,4 - 3,9% y la distal entre 1,8 - 2,9% (Krogman & Iscan 1986). Uno de los estudios más completos concernientes a la reconstrucción de la estatura en intrauterinos fue elaborado por Fazékas y Kósa, quienes propusieron varias fórmulas de regresión a partir de la longitud diafisial de los huesos:

La reconstrucción de la estatura infantil o fetal (ver anexo III) incide en la tasa de crecimiento desigual en los primeros años de vida, lo que a su vez modifica los resultados, particularmente de las etapas iniciales:



- Infancia temprana (nacimiento hasta los 6 años); en el primer año se presenta un crecimiento muy rápido que se desacelera gradualmente
- Infancia media (6-10 años); crecimiento lento y uniforme
- Infancia tardía (10-15 años en niñas; 10-16 años en niños); crecimiento puberal muy rápido
- Crecimiento infradulto (hasta los 21 años); se caracteriza por cuanto a esta edad se obtiene el 95% de la estatura adulta

Una de las pocas investigaciones sobre la estatura infantil esta presentada por Telkkae et al. (1962). Tabla 63 contiene las fórmulas al respecto.

Tabla 63 Fórmulas para la reconstrucción de la talla por Herrmann et al. (1990)

	< 1 año	1 – 9 años	10 – 15 años
masculino	$7,5 + 157,6 \ln(1+H/20) \pm 2,5$	$28,0 + 4,41 H \pm 3,0$	$16,5 + 4,91 H \pm 4,2$
	$2,5 + 211,2 \ln(1+R/20) \pm 3,1$	$23,0 + 6,38 R \pm 3,3$	$30,5 + 5,96 R \pm 4,6$
	$17,4 + 197,6 \ln(1+F/40) \pm 3,1$	$34,1 + 321 \ln(1+ F/100) \pm 4,1$	$10,0 + 3,73 F \pm 5,3$
	$17,3 + 238,0 \ln(1+ T/40) \pm 3,8$	$38,1 + 3,43 T \pm 3,3$	$44,0 + 3,35 T \pm 4,7$
femenino	$6,6 + 158,0 \ln(1+H/20) \pm 3,1$	$30,5 + 4,26 H \pm 4,9$	$36,9 + 4,11 H \pm 5,7$
	$7,5 + 196,2 \ln(1+R/20) \pm 3,8$	$25,4 + 6,33 R \pm 3,5$	$35,3 + 5,85 R \pm 4,7$
	$13,9 + 203,6 \ln(1+F/40) \pm 2,7$	$31,7 + 329 \ln(1+ F/100) \pm 4,1$	$33,5 + 3,12 F \pm 5,3$
	$14,2 + 245,6 \ln(1+ T/40) \pm 2,7$	$39,4 + 3,34 T \pm 5,2$	$58,7 + 2,90 T \pm 6,8$

Bibliografía

- Anderson DL, Thompson GW & F Popovitch (1976) Age of attainment of mineralisation stages of permanent dentition. *Journal of Forensic Sciences* 21: 191-200
- Anderson M, Messner MB & WT Green (1964) Distribution of lengths of the normal femur and tibia from one to eighteen years of age. *Journal of Bone and Joint Surgery* 46a: 1197-1202
- Bass WM (1995) *Human osteology. A laboratory and field manual*. 4ta edición. Special publication no. 2 of the Missouri Archaeological Society, Columbia
- Black SM & Scheuer JL (1996) Age changes in the clavicle: from the early neonatal period to skeletal maturity. *International Journal of Osteoarchaeology* 6: 425-434
- Blanco RA, Acheson RM, Canosa C & JB Solomon (1972) Retardation in appearance of ossification centers in deprived Guatemalan children. *Human Biology* 44: 525-536
- Bogin B, Wall M & R MacVean (1992) Longitudinal analysis of adolescent growth of ladino and Mayan school children in Guatemala: Effects of environment and sex. *American Journal of Physical Anthropology* 89: 447-457
- Boucher BJ (1957) Sex differences in the fetal pelvis. *American Journal of Physical Anthropology* 48: 77-82
- Chávez AP, Hidalgo C & A Pitol (1964) Maduración ósea en dos grupos de niños con diferente estado de nutrición. *Salud Pública México* 6: 705-717
- Comisión para el Esclarecimiento Histórico (CEH 1999) *Guatemala. Memoria del silencio*. Informe de la Comisión para el Esclarecimiento Histórico de las Naciones Unidas. 12 tomos, Guatemala
- Dahlberg A & RM Menegaz-Bock (1958) Emergence of permanent teeth in Pina Indian Children. *Journal of Dental Research* 37: 1123-1140
- Demirjian A & GY Levesque (1980) Sexual differences in dental development and prediction of emergence. *Journal of dental research* 59: 1110-1122
- Demirjian A & H Goldstein (1976) New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Annals of Human Biology* 3: 411-421
- Demirjian A (1978) Dentition. En Falkner F & JM Tanner (eds) *Human growth*. Vol. 2, Plenum Press, London, 413-444



- Demirjian A, Goldstein H & JM Tanner (1973) A new system for dental age assessment. *Human Biology* 45: 211-227
- El-Nofely A & MY Iscan (1989) Assessment of age from the dentition in children. En Iscan MY (ed) *Age Markers in the Human Skeleton*. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub., 237-254
- Fanning EA & T Brown (1971) Primary and permanent tooth development. *Australian Dental Journal* 16: 41-43
- Fazékas G & F Kósa (1978) *Forensic fetal osteology*. Akademiai Kiado, Budapest
- Feldesman MR (1992) Femur / Stature ratio and estimates of stature n children. *American Journal of Physical Anthropology* 87: 447-459
- Ferembach D, Schwidetzky I & M Stloukal M (1980) Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons. *Journal of human evolution* 9: 517-549
- Garn SM, Rohman CG & FN Silverman (1967) Radiographic standard for postnatal osification and tooth calcification. *Medical Radiography and Photography* 43(2): 45-66
- Ghantus MK (1951) Growth of the shaft of the human radius and ulna during the first two years of life. *American Journal of Roentgenology* 65: 784-786
- Gindhart PS (1973) Growth standards for the tibia and radius in children aged one month through eighteen years. *American Journal of Physical Anthropology* 39: 41-48
- Greulich WW & SI Pyle (1959) *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. Stanford University Press, Stanford CA
- Gustafson G & G Koch (1974) Age estimation up to 16 years of age based on dental development. *Odontologisj Revy* 25: 297-306
- Haavikko K (1970) The formation and the alveolar and clinical eruption of permanent teeth. *Proceeding of the Finnish Dental Society* 66: 101-170
- Hernández M, Sánchez E, Sobradillo B & JM Rincón (1991) *Maduración ósea y predicción de talla. Atlas y métodos numéricos*. Ediciones Díaz de Santos S.A., Madrid
- Herrmann B et al. (1990) *Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- Hillson S (2002) *Dental Anthropology*. 3rd edition, Cambridge University Press, Cambridge

- Hoffman JM (1979) Age estimations from diaphyseal lengths: Two months or 12 years. *Journal of Forensic Sciences* 24: 461-469
- Hunt EE & I Gleiser (1955) The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth. *American Journal of Physical Anthropology* 13: 479-487
- Iscan MY (ed 1989) *Age Markers in the Human Skeleton*. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub.
- Jeanty P (1983) Fetal limb biometry (letter). *Radiology* 147: 601-602
- Johnston FE & LO Zimmer (1989) Assessment of growth and age in the immature skeleton. En Iscan MY & KAR Kennedy (eds) *Reconstruction of life from the skeleton*. Alan R. Liss, New York, 11-22
- Kimura K (1976) Growth of the second metacarpal according to chronological age and skeleton maturation. *Anatomical Record* 184: 147-158
- Kósa F (1989) Age estimation from the fetal skeleton. En Iscan MY (ed) *Age Markers in the Human Skeleton*. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub, 21-54
- Kósa F (1998) Die Knochen des Feten und Neugeborenen. En Leopold D (ed) *Identifikation unbekannter Toter. Interdisziplinäre Methodik, forensische Osteologie*. Schmidt-Roemhild, Luebeck, 503-555
- Krogman WM & MY Iscan (1986) *The human skeleton in forensic medicine*. Springfield, Illinois. CC. Thomas Pub.
- Kronfeld R & I Schour (1939) Neonatal dental hypoplasia. *Journal of the American Dental Association* 26: 18-32
- Lang J (1989) *Clinical anatomy of the nose, nasal cavity and paranasal sinuses*. Thieme, New York
- Lewis M (2000) Non-adult palaeopathology: Current status and future potential. En M Cox & S Mays (eds) *Human Osteology in archeological and forensic science*. Greenwich Medical Media Ltd. London, 39-57
- Liversage HM (1994) Accuracy of age estimation from developing teeth of a population of known age (0-5,4 years). *International Journal of Osteoarchaeology* 4:37-45
- Liversidge HM, Herdeg B & FW Rösing (1998) Dental age estimation of non-adults. A review of methods and principles. En Alt KW, Teschler-Nicola, M & FW Rösing (eds) *Dental anthropology*. Springer Verlag, Berlin, 419-442



- Logan WHG & R Kronfeld (1933) Development of the human jaw and surrounding structures from birth to the age of fifteen years. *Journal of the American Dental Association* 20: 379-427
- Lunt RC & DB Law (1974) A review of the chronology of calcification of deciduous teeth. *Journal of the American Dental Association* 89: 599-606
- Lysell L, Magnuson B & B Thilander (1962) Time and order of eruption of the primary teeth: a longitudinal study. *Odontologisk Revy* 13: 217-234
- Maresh MM (1970) Measurements from roentgenograms. En RW McCammon (ed) *Growth and development*. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 157-200
- Mays S (2003) *The archaeology of human bones*. Routledge, London, New York
- Mincer HH, Harris EF & HE Berryman (1993) The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *Journal of Forensic Sciences* 38: 379-390
- Mittler DM & SG Sheridan (1992) Sex determination in subadults using auricular surface morphology: A forensic science perspective. *Journal of Forensic Sciences* 37: 1068-1075
- Moorrees CFA, EA Fanning & EE Hunt (1963a) Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *American Journal of Physical Anthropology* 21: 205-213
- Moorrees CFA, EA Fanning & EE Hunt (1963b) Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Journal of Dental Research* 42: 1490-1502
- Newmann MT & C Collagos (1957) Growth and skeletal maturation in malnourished Indian boys from the Peruvian sierra (resumen). *American Journal of Physical Anthropology* 15: 431
- Oficina de Derechos Humanos del Arzobispado de Guatemala (ODHAG 1998) *Guatemala: Nunca más. Informe Proyecto Interdiocesano de Recuperación de la Memoria Histórica (REMHI)*, 4 tomos, Guatemala
- Owings Webb PA & J Myers Suchey (1985) Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multiracial sample of american whites. *American Journal of Physical Anthropology* 68: 457-466
- Perzigian AJ & PN Jolly (1984) Skeletal and dental identification of an adolescent female. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) *Human identification. Case studies in forensic anthropology*. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 244-255

- Plato CC, Greulich WW, Garruto RM & R Yanagihara (1984) Cortical bone loss and measurements of the second metacarpal bone. II. Hypodense bone in post-war Guamanian children. *American Journal of Physical Anthropology* 63 : 57-63
- Reichs KJ (1998) A multimedia tool for the assessment of age in immature remains: The electronic encyclopedia for maxillo-facial, dental and skeletal development. En Reichs KJ (ed) *Forensic osteology. Advances in identification of human remains*. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois 253-275
- Roche AF & RF Hermann (1970) Rates of change in width and length-width ratios of diaphyses of the hand. *American Journal of Physical Anthropology* 32: 89-96
- Rodríguez Cuenca JV (2004) *La antropología forense en la identificación humana*. Universidad Nacional de Colombia. Bogota
- Saunders S (1992) Subadult skeletons and growth related studies. En Saunders S & MA Katzenberg (eds) *Skeletal biology of past peoples: Research methods*. Wiley-Liss, New York, 1-20
- Saunders SR (2000) Subadult skeletons and growth-related studies. En MA Katzenberg & SR Saunders (eds) *Biological anthropology of the human skeleton*. Wiley-Liss, New York, Chichester, 135-162
- Saunders S, Hoppa R & Southern R (1993) Diaphyseal growth in a nineteenth-century skeletal sample of subadults from St. Thomas' Church, Belleville, Ontario. *International Journal of Osteoarchaeology* 3: 265-281
- Scheuer L & S Black (2000a) *Developmental juvenile osteology*. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo
- Scheuer L & S Black (2000b) Development and ageing of the juvenile skeleton. En M Cox & S Mays (eds) *Human Osteology in archeological and forensic science*. Greenwich Medical Media Ltd. London, 9-22
- Scheuer L & SM MacLaughlin-Black (1994) Age estimation from the pars basilaris of the fetal juvenile occipital bone. *International Journal of Osteoarchaeology* 4: 377-380
- Schour I & M Massler (1941) The development of the human dentition. *Journal of the American Dental Association* 28: 1153-1160
- Schutkowski H (1990) *Zur Geschlechtsdiagnose von Kinderskeletten. Morphognostische, metrische und diskriminanzanalytische Untersuchungen*. Dissertation, Göttingen
- Schutkowski H (1993) Sex determination of infant and juvenile Skeletons. I. Morphognostic features. *Amer. Jour. Physical Anthropol.* 90(2): 199-206.



- Schwartz JH (1995) *Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development, and analysis.* Oxford University Press, New York
- Shipman P, Walker A & D Bichell (1985) *The human skeleton.* Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts
- Smith BH (1991) Standards of human tooth formation and dental age assessment. En Kelley MA & Larsen CS (eds) *Advances in dental anthropology*, New York, Wiley-Liss, Inc. pp 143-168.
- Snow CC & JL Luke (1984) The Oklahoma city child disappearances: Forensic anthropology in the identification of skeletal remains. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) *Human identification. Case studies in forensic anthropology.* CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 253 - 277
- Steele DG & CA Bramblett (2000) *The anatomy and biology of the human skeleton.* Texas A&M University Press
- Steggerda M & TJ Hill (1942) Eruption time of teeth among whites, negroes, and indians. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery* 28: 361-370
- Stloukal M & H Hanakova (1978) Die Länge der Längsknochen altslawischer Bevölkerungen unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen. *Homo* 29: 53-69
- Sunderland EP, Smith CJ & R Sunderland (1987) A histological study of the chronology of initial mineralization in the human deciduous dentition. *Archives of Oral Biology* 32: 167-174
- Szilvassy J (1978) Eine Methode zur Altersbestimmung mit Hilfe der sternalen Gelenkflächen der Schlüsselbeine. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien* 108: 166-168
- Szilvassy J (1988) Altersdiagnose am Skelett. En R Knussmann (ed) *Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie de Menschen Band I/1.* G. Fischer, Stuttgart, New York, 421-443
- Telkkae A, Palkama A & P Virtama (1962) Prediction of stature from radiographs of long bones in children. *Journal of Forensic Science* 7: 474 – 479
- Telkkae (1950) On the prediction of human stature from the long bones. *Acta Anatomica* 9: 103-117
- Ubelaker D (1989) The estimation of age at death from immature human bone. En Iscan MY (ed) *Age Markers in the human skeleton.* CC. Thomas Pub., Springfield, Illinois, 55-70

-
- Ubelaker DH (1999) Human skeletal remains. *Excavation, analysis, interpretation*. 3rd edición. Manuals on Archaeology 2. Taraxacum, Washington
- Vallois HV (1946) L'omoplate humaine. *Bulletin de la Societé d'Antropologie de Paris* 7: 16-99
- Weaver DS (1980) Sex differences in the ilia of a known sex and age sample of fetal and infant skeletons. *American Journal of Physcal Anthropology* 52: 191-195
- Weaver DS (1998) Forensic aspects of fetal an neonatal skeletons. En Reichs KJ (ed) *Forensic osteology. Advances in identification of human remains*. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 187-202
- White TD (2000) *Human osteology*. 2nd ed. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo
- Young RW (1957) Postnatal growth of the frontal and parietal bone in white males. *American Journal of Physical Anthropology* 15: 367-386



Anexo I
Mediciones craneales y la determinación de la edad en fetos

Tabla 1 Dimensiones del frontal fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	altura		anchura	
	cuerdas	arco	cuerdas	arco
12	7,0	7,0	11,5	11,5
14	10,1	10,1	13,8	13,8
16	21,5	21,6	17,9	18,8
18	24,5	26,5	21,3	23,2
20	28,7	30,3	24,4	26,3
22	30,5	31,8	26,1	27,5
24	32,8	36,4	29,1	32,6
26	35,0	40,0	31,0	33,7
28	37,8	42,9	33,0	37,4
30	40,8	46,5	34,6	38,5
32	43,7	49,6	37,8	41,2
34	46,9	54,0	39,7	45,0
36	50,4	58,0	41,3	49,2
38	53,1	61,8	43,6	52,0
40	54,8	64,5	45,2	54,1

Largo: medio del borde superior de la órbita al punto superior en nivel de la eminencia frontal

Ancho: anchura perpendicular al largo, a nivel de la eminencia frontal

Tabla 2 Dimensiones del parietal fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	altura		anchura	
	cuerdas	arco	cuerdas	arco
12	10,0	10,0	14,0	14,0
14	12,3	12,3	16,0	16,0
16	22,1	26,1	25,3	26,7
18	28,4	31,6	30,7	32,6
20	33,8	38,0	36,9	37,0
22	36,6	44,4	39,7	43,0
24	38,1	49,1	43,0	49,6
26	41,6	50,7	46,0	51,6
28	45,2	58,2	50,4	55,9
30	48,8	61,6	56,0	61,7
32	52,5	66,9	58,5	64,8
34	56,0	73,9	63,3	71,6
36	57,1	78,4	66,9	78,6
38	63,5	84,4	70,5	79,5
40	65,7	86,8	72,4	82,0

Altura: borde medioesama al borde mediosagital a nivel de la eminencia parietal, paralelo a la sutura coronal

Anchura: borde frontal al borde occipital a nivel de la eminencia parietal, paralelo a la sutura sagital

**Tabla 3** Dimensiones en mm del temporal fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	porción escamosa			porción petrosa		anillo timpánico
	altura	anchura	largo	largo	altura	diámetro
12	2,8	2,8	7,0	-	-	-
14	3,6	3,6	9,3	-	-	4,0
16	6,7	10,1	11,5	10,5	5,3	5,7
18	9,0	12,4	15,0	12,3	5,7	7,5
20	10,6	14,0	17,4	14,4	8,7	8,0
22	11,8	15,4	18,8	17,3	9,7	8,5
24	13,0	16,9	20,5	18,8	10,2	9,0
26	14,3	18,6	21,0	19,9	10,6	9,5
28	16,0	20,2	22,2	21,4	10,9	9,9
30	17,7	21,5	23,6	22,5	13,1	10,5
32	19,8	24,1	26,5	27,7	13,5	10,8
34	22,4	26,1	28,3	29,7	15,4	11,5
36	22,9	26,9	29,6	33,0	16,1	11,8
38	24,1	29,9	31,6	35,1	17,0	12,0
40	25,4	32,6	34,2	38,1	17,5	12,5

Porción escamosa:

Altura: distancia máxima del centro del foramen timpánico al borde superior de la escama

Anchura: distancia máxima perpendicular a la altura

Largo: del punto postero-inferior al punto anterior del proceso cigomático

Porción petrosa:

Largo: distancia máxima antero-posterior del hueso

Ancho: distancia máxima perpendicular al largo en nivel de la eminencia arcuate

Diámetro del anillo timpánico: diámetro: distancia máxima del anillo en nivel del tubérculo timpánico anterior

Tabla 4 Dimensiones en mm del occipital fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	porción escamosa							
	altura		anchura		porción basilar		porción lateral	
semanas	cuerda	arco	cuerda	arco	largo	ancho	largo	ancho
12	7,5	7,5	12,0	12,0	2,7	1,7	2,7	1,4
14	10,6	10,6	14,4	14,4	3,9	2,6	4,0	1,8
16	15,0	15,7	18,6	19,6	5,5	3,9	5,9	2,9
18	18,8	19,9	22,5	23,8	6,9	5,1	7,7	4,1
20	23,7	24,7	27,5	29,4	8,0	6,1	9,5	5,1
22	27,3	28,9	31,2	34,2	8,3	6,8	10,6	5,8
24	28,7	32,1	32,9	39,0	8,7	8,0	11,8	6,7
26	32,8	36,0	36,5	40,9	9,1	8,4	13,1	7,1
28	35,4	40,8	39,6	45,9	9,6	9,1	14,1	7,9
30	39,0	44,4	43,0	49,0	10,1	10,0	14,7	8,5
32	42,5	47,7	47,6	55,9	10,5	10,9	17,0	8,9
34	49,4	59,2	50,0	60,5	11,0	12,0	19,3	10,9
36	50,3	61,3	51,6	63,1	11,8	12,4	20,8	11,6
38	53,5	63,8	56,3	67,0	12,4	13,4	23,4	13,2
40	55,2	68,8	59,3	70,5	13,1	15,2	26,5	14,0

Porción escamosa:

Altura: borde posterior del foramen magno hasta el punto de la escama

Cuerda: distancia directa

Arco: distancia encima de la superficie del hueso

Anchura: distancia máxima perpendicular a la altura

Porción basilar:

Largo: distancia mediosagital del borde anterior del foramen magno al borde anterior

Ancho: anchura máxima en nivel de los ángulos laterales

Porción lateral:

Largo: distancia máxima entre sincondrosis anterior y posterior intra-occipital

Ancho: anchura máxima de las sincondrosis entre bordes laterales del intra-occipital

**Tabla 5** Dimensiones en mm del esfenoideas fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	cuerpo		ala pequeña		ala grande	
	largo	ancho	largo	ancho	largo	ancho
12	-	-	-	-	5,0	1,5
14	-	-	-	-	5,1	2,3
16	2,7	4,5	4,7	4,0	10,3	5,7
18	3,7	5,5	5,9	4,8	13,1	7,0
20	5,1	9,6	6,3	5,2	15,3	8,5
22	5,9	10,6	7,9	6,0	17,1	9,2
24	6,1	11,7	9,0	6,4	19,0	10,1
26	7,4	12,2	10,6	7,0	19,7	10,5
28	7,9	12,5	12,5	7,6	21,6	11,7
30	8,1	13,5	13,7	8,2	22,0	12,6
32	8,6	14,5	14,7	8,5	24,5	13,7
34	9,1	15,0	15,1	9,3	25,4	14,8
36	9,5	16,0	15,8	10,3	26,4	15,4
38	10,9	17,2	17,1	11,0	28,7	16,1
40	11,7	17,9	19,4	12,4	31,0	17,4

Cuerpo:

Largo: distancia mediosagital entre sinchondrosis intra-esfenoidal y esfeno-occipital

Ancho: distancia máxima transversal en la fosa medio-hipofisial

Ala pequeña:

Ancho: punto lateral del ala al centro de sinchondrosis infra-esfenoidal

Largo: distancia máxima del ala pequeña en nivel del canal óptico

Ala grande:

Ancho: distancia máxima entre lámina pterigoid medial y punto lateral del ala

Largo: distancia máxima entre espina esfenoidal y punto anterior de la lámina pterigoid

Tabla 6 Dimensiones del nasal fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud	anchura
16	4,5	2,5
18	5,1	3,0
20	5,9	2,9
22	6,1	3,9
24	6,8	4,0
26	7,3	4,2
28	7,9	4,2
30	8,7	4,3
32	9,6	5,2
34	10,6	5,3
36	11,6	5,9
38	11,8	6,6
40	12,3	7,4

Longitud: distancia mediosagital del borde inferior al borde superior

Anchura: distancia máxima perpendicular al borde inferior

Tabla 7 Longitud en mm del maxilar fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud	altura	anchura	largo máximo oblicuo
12	4.2	3.1	-	6.0
14	6.3	5.6	5.6	9.3
16	8.9	8.9	9.8	14.0
18	10.6	10.0	11.6	15.3
20	12.6	12.3	13.0	18.8
22	13.5	13.4	14.2	20.0
24	15.1	14.1	15.4	21.6
26	15.9	15.6	15.9	22.3
28	17.3	17.1	17.7	23.3
30	17.8	18.2	18.7	23.8
32	19.4	19.6	20.0	26.0
34	20.0	20.9	21.2	28.2
36	22.0	21.9	22.3	28.9
38	24.1	24.1	24.2	32.1
40	24.1	24.5	25.1	34.3

Longitud: de la espina nasal anterior al borde posterior del proceso palatal en plano sagital

Altura: del proceso alveolar al punto del proceso frontal en plano vertical

Anchura: del borde posterior del proceso palatal al extremo lateral del proceso cigomático

Longitud máxima oblicua: de la espina nasal anterior al extremo lateral del proceso cigomático en plano oblicuo

**Tabla 8** Longitud en mm del cigomático fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud	anchura
12	4.5	4.0
14	5.8	4.9
16	9.0	7.1
18	11.5	9.6
20	13.5	10.3
22	14.2	11.2
24	15.0	12.1
26	16.5	13.4
28	17.5	14.1
30	18.5	14.8
32	19.5	15.6
34	20.9	16.6
36	21.8	17.2
38	24.6	18.4
40	25.8	20.2

Longitud: del extremo medial del borde infra-orbital al extremo posterior del proceso temporal

Anchura: del extremo medial del borde infra-orbital al extremo superior del proceso temporal

Tabla 9 Altura oblicua del palatino fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	altura
12	2.2
14	2.9
16	5.8
18	6.7
20	7.7
22	8.4
24	8.9
26	9.7
28	9.9
30	10.5
32	11.5
34	12.1
36	12.7
38	13.7
40	15.3

Altura: distancia oblicua del punto del proceso piramidal a la altura máxima del proceso orbital

Tabla 10 Longitud de la concha nasal inferior fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud
16	4.0
18	4.8
20	5.5
22	6.1
24	6.3
26	7.9
28	9.3
30	10.2
32	11.9
34	14.2
36	15.0
38	18.7
40	19.9

Longitud: distancia máxima en plano horizontal

Tabla 11 Longitud del vomer fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud
12	4.0
14	5.6
16	9.9
18	12.0
20	14.1
22	15.9
24	17.5
26	18.2
28	20.1
30	21.3
32	23.1
34	23.8
36	28.3
38	28.7
40	30.6

Longitud: distancia máxima entre el extremo anterior al extremo posterior del ala

**Tabla 12** Dimensiones en mm de la mandíbula fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo cuerpo	ancho	longitud máxima
12	8.0	-	10.7
14	9.6	3.2	12.6
16	13.0	6.5	17.9
18	14.2	6.9	21.4
20	17.6	8.0	25.6
22	19.2	9.0	27.3
24	21.5	10.2	30.1
26	22.6	10.9	31.9
28	24.2	11.3	34.0
30	26.0	13.0	35.9
32	27.7	14.1	39.0
34	30.0	15.1	40.2
36	31.7	16.4	42.7
38	34.7	17.0	47.5
40	36.5	18.0	49.7

Largo del cuerpo: del tubérculo mentale al ángulo mandíbula

Ancho: del borde posterior del cóndilo al extremo del proceso coronoideo

Longitud máxima: del tubérculo mentale al borde posterior del cóndilo

Anexo II

Mediciones poscraneales y la determinación de la edad en fetos

**Tabla 13** Valores críticos en mm de huesos largos que indican el estado del desarrollo de recién nacidos (según Scheuer & Black 2000, por Stewart 1979)

	S+B	Stewart
húmero	71	63,5-71,5
radio	59	60,5-70
cúbito	66	50,5-60
fémur	80	73,5-81,5
tibia	72	63,0-74,5
peroné	70	60,0-69,5

Con mediciones mas pequeñas que los valores críticos de la tabla, los individuos serán fetos

Tabla 14 Longitud máxima en mm del medio arco de atlas y axis en fetos (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud máxima del arco medio	
	atlas	axis
14	3.5	4.2
16	4.2	5.0
18	5.3	5.9
20	6.2	7.4
22	7.0	7.7
24	7.9	9.2
26	8.2	9.7
28	9.0	10.3
30	10.2	12.2
32	11.0	13.3
34	11.4	14.7
36	11.9	16.1
38	13.1	17.2
40	15.0	18.2

Tabla 15 Longitudes en mm de las costillas fetales (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	costilla											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	3.2	6.2	8.3	9.5	11.5	11.0	9.7	9.0	6.0	4.2	3.0	-
14	4.2	9.0	11.0	11.9	13.2	14.0	13.2	10.1	10.0	8.2	6.6	3.1
16	7.1	13.0	16.7	19.6	21.3	22.5	21.9	19.4	16.9	14.1	11.6	5.9
18	9.2	16.1	20.5	24.5	26.0	27.2	26.3	25.4	22.3	19.3	13.6	6.8
20	11.6	20.4	26.3	30.0	31.7	33.4	33.1	30.5	27.3	23.6	15.4	7.8
22	12.4	21.8	27.4	31.0	33.8	35.1	33.8	31.9	29.3	25.9	18.5	9.0
24	14.0	23.4	29.4	32.2	36.1	38.5	37.4	35.0	31.3	27.0	21.1	10.7
26	15.3	26.3	32.1	37.1	40.2	40.7	40.5	38.0	34.6	28.5	22.5	11.8
28	16.0	27.4	35.1	39.5	42.3	43.9	44.5	41.6	37.9	31.0	24.0	12.5
30	16.7	29.2	37.1	41.7	44.9	46.7	46.3	42.7	39.1	32.7	25.8	13.7
32	17.7	31.8	41.0	46.1	48.8	52.5	52.2	48.9	42.8	37.1	30.2	16.8
34	19.1	32.6	43.5	49.4	52.7	54.2	53.0	49.6	44.6	38.7	32.4	17.7
36	20.4	35.2	45.2	53.0	55.7	57.3	58.4	51.9	47.2	39.4	34.0	18.3
38	22.1	37.4	49.1	55.7	59.4	60.4	60.8	56.4	52.0	45.9	35.2	19.4
40	24.0	38.7	50.5	56.9	60.3	61.6	63.4	59.8	53.4	47.2	37.4	21.1

Tabla 16 Mediciones de la clavícula fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud máxima	
	Fazékas & Kósa	Yarkoni et al.*
12	8.2	-
14	11.1	-
16	16.3	17.0
18	19.4	19.0
20	22.7	21.0
22	24.5	23.0
24	26.9	25.0
26	28.3	27.0
28	30.3	29.0
30	31.3	31.0
32	35.6	33.0
34	37.1	35.0
36	37.7	37.0
38	42.6	39.0
40	44.1	41.0

*datos de ultrasonidos

**Tabla 17** Mediciones del omóplato fetal en cm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud	anchura	longitud espinal
12	0.45	0.30	0.35
14	0.71	0.51	0.58
16	1.16	0.90	1.02
18	1.50	1.15	1.24
20	1.72	1.39	1.54
22	1.88	1.54	1.70
24	2.09	1.75	1.84
26	2.23	1.85	1.95
28	2.31	1.94	2.12
30	2.45	2.06	2.22
32	2.66	2.23	2.38
34	2.81	2.33	2.53
36	2.93	2.44	2.60
38	3.31	2.68	2.91
40	3.55	2.95	3.16

Longitud de la escápula: distancia máxima entre los ángulos superior e inferior

Anchura de la escápula: distancia entre borde de la fosa glenoidea y punto medial de la espina

Longitud de la espina: distancia máxima entre el punto medial de la espina y el punto del proceso acromio

Tabla 18 Dimensiones del omóplato fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Hrdlicka 1942)

edad	altura	altura infraescapular	anchura
16 semanas	1.0	0.9	0.83
18 semanas	1.39	1.14	1.10
22 semanas	1.83	1.57	1.46
28 semanas	2.32	1.95	1.85
32 semanas	2.48	1.99	1.96
a término	2.99	2,48	2.37
nacimiento	3.48	2.86	2.86

Altura total: distancia máxima entre los ángulos superior e inferior

Altura infraescapular: diámetro del punto, donde la línea del eje de la espina intersecta el borde vertebral al punto más bajo del ángulo inferior

Anchura: diámetro del centro del borde posterior de la fosa glenoidea al punto donde se encuentran el eje de la espina con el borde vertebral

Tabla 19 Dimensiones fetales del omóplato en cm (según Scheuer & Black 2000, por Vallois 1946)

edad	altura	anchura
2 meses	0.5	0.4
3 meses	0.8	0.6
5 meses	2.3	1.85
6-7 meses	3.6	2.7
8-9 meses	3.7	2.9

Altura: distancia entre ángulos superior e inferior

Anchura: distancia máxima entre el borde glenoideo y el borde medial

Tabla 20 Promedios en mm y rangos de las longitudes máximas de las diáfisis de huesos largos con 10 meses lunares (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	promedio	rango
húmero	64.9	61.6-70.00
radio	51.8	47.5-58.0
cúbito	59.3	55.0-65.5
fémur	74.3	69.0-78.7
tibia	65.1	60.0-71.5
peroné	62.3	58.0-68.5

Tabla 21 Mediciones de la diáfisis del húmero fetal en mm (según Scheuer y Black 2000)

semanas	longitud	anchura distal
12	8.8	1.9
14	12.4	2.2
16	19.5	4.7
18	25.8	6.1
20	31.8	7.8
22	34.5	8.3
24	37.6	9.3
26	39.9	9.9
28	44.2	10.9
30	45.8	11.9
32	50.4	12.5
34	53.1	13.6
36	55.5	14.4
38	61.3	15.7
40	64.9	16.8

Longitud: largo máximo

Anchura distal: anchura máxima mediolateral en el extremo distal

**Tabla 22** Mediciones del radio fetal mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud
12	6.7
14	10.1
16	17.2
18	21.5
20	26.2
22	28.9
24	31.6
26	33.4
28	35.6
30	38.1
32	40.8
34	43.3
36	45.7
38	48.8
40	51.8

Longitud: largo máximo

Tabla 23 Mediciones del cúbito fetal mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud
12	7.2
14	11.2
16	19.0
18	23.9
20	29.4
22	31.6
24	35.1
26	37.1
28	40.2
30	42.8
32	46.7
34	49.1
36	51.0
38	55.9
40	59.3

Longitud: largo máximo

Tabla 24 Longitud de la diáfisis de metacarpo fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud de la diáfisis
16	1.8
18	2.3
20	3.1
22	3.7
24	4.3
26	4.6
28	5.1
30	5.9
32	6.3
34	7.2
36	8.1
38	8.9
40	9.3

Longitud: largo máximo

Tabla 25 Mediciones del innominado fetal mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	ilion		isquion		pubis
	largo	ancho	largo	ancho	largo
12	4.8	3.2	-	-	-
14	5.7	3.8	-	-	-
16	9.7	7.8	3.1	2.2	-
18	12.0	9.8	3.8	2.9	-
20	15.6	12.6	5.5	3.5	3.6
22	16.5	14.2	6.4	4.3	4.5
24	18.3	15.6	7.5	5.6	5.5
26	19.6	17.1	8.7	6.0	6.0
28	21.3	19.1	9.7	6.6	6.6
30	22.1	20.1	10.3	7.6	8.0
32	25.1	22.2	12.1	8.1	9.9
34	26.8	24.6	13.2	9.3	12.4
36	28.7	26.0	16.2	10.4	14.1
38	32.1	28.5	17.2	11.6	15.0
40	34.5	30.4	18.5	12.4	16.6

Largo del ilion: distancia máxima entre las espinas ilíacas anterior y postero-superior

Ancho del ilion: distancia máxima entre el punto medio de la cresta ilíaca y la convexidad de la extremidad del acetábulo

Largo del isquion: distancia máx. entre la convexidad de la extremidad del acetábulo y el punto de la rama del isquion

Ancho del isquion: distancia máxima por la extremidad superior

Largo pubis: distancia máxima entre la sínfisis y la articulación con el ilion

**Tabla 26** Dimensiones del fémur fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo	ancho distal
12	8.5	1.9
14	12.4	2.2
16	20.7	4.7
18	26.4	6.2
20	32.6	8.0
22	35.7	8.8
24	40.3	9.8
26	41.9	10.6
28	47.1	11.7
30	48.7	12.3
32	55.5	14.3
34	59.8	15.3
36	62.5	16.4
38	69.0	18.7
40	74.4	19.9

Largo: longitud máxima

Ancho: anchura máxima mediolateral en el extremo distal

Tabla 27 Dimensiones de la tibia fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo
12	6.0
14	10.2
16	17.4
18	23.4
20	28.5
22	32.6
24	35.8
26	38.0
28	42.0
30	43.9
32	48.6
34	52.7
36	54.7
38	60.1
40	65.2

Tabla 28 Dimensiones del peroné fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo
12	6.0
14	9.9
16	16.7
18	22.6
20	27.8
22	31.1
24	34.3
26	36.5
28	40.0
30	42.8
32	46.8
34	50.5
36	51.6
38	57.6
40	62.0

Tabla 29 Longitud de la diáfisis del metatarso I de fetos en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo
16	2.4
18	3.2
20	4.0
22	5.0
24	5.8
26	6.3
28	7.3
30	8.2
32	9.1
34	10.7
36	11.5
38	12.3
40	13.2



Tabla 30 Longitud de la diáfisis del metatarso I a V de fetos en mm (según Scheuer & Black 2000, por Vasconcellos & Ferreira 1998)

semanas	largo				
	I	II	III	IV	V
14	2.04	2.80	2.34	2.34	2.02
15	2.88	3.87	3.61	3.57	3.33
16	3.35	4.45	4.43	4.18	-
17	4.00	5.40	4.94	4.55	4.30
18	4.29	5.68	5.56	5.20	4.88
19	4.45	6.02	5.73	5.35	5.06
20	5.26	7.24	6.87	6.30	5.96
21	5.20	7.27	6.84	6.43	5.97
22	6.06	7.96	7.70	7.38	-
23	6.20	8.23	7.86	7.39	6.87

Anexo III
Reconstrucción de la estatura fetal

**Tabla 31** Cálculo de estatura fetal a través de la cuerda de las costillas (según Scheuer & Black 2000)

estatura	costilla 1 (longitud mm) x 20,53 + 2,68 cm
estatura	costilla 2 (longitud mm) x 12,70 + 0,64 cm
estatura	costilla 3 (longitud mm) x 11,84 - 2,13 cm
estatura	costilla 4 (longitud mm) x 8,52 + 1,27 cm
estatura	costilla 5 (longitud mm) x 8,18 - 0,33 cm
estatura	costilla 6 (longitud mm) x 7,98 + 0,00 cm
estatura	costilla 7 (longitud mm) x 7,67 + 1,43 cm
estatura	costilla 8 (longitud mm) x 8,15 + 1,93 cm
estatura	costilla 9 (longitud mm) x 8,87 + 2,65 cm
estatura	costilla 10 (longitud mm) x 10,07 + 3,44 cm
estatura	costilla 11 (longitud mm) x 12,08 + 5,14 cm
estatura	costilla 12 (longitud mm) x 21,13 + 7,09 cm

Tabla 32 Cálculo de estatura fetal según Fazékas & Kósa (1978)

	Fazékas & Kósa
húmero longitud	$7,52 \times H + 2,47$
húmero anchura	$28,30 \times H + 3,95$
radio longitud	$10,61 \times R - 2,11$
cúbito longitud	$8,19 \times U + 2,37$
fémur longitud	$6,44 \times F + 4,51$
fémur anchura	$22,63 \times F + 7,57$
tibia longitud	$7,23 \times T + 4,90$
peroné longitud	$7,59 \times P + 4,68$

Tabla 33 Cálculo de estatura fetal según Oliver & Pineau

	Olivier & Pineau
húmero	$7,92 \times H - 0,32 \pm 1,8$
radio	$13,8 \times R - 2,85 \pm 1,62$
cúbito	$8,73 \times U - 1,07 \pm 1,59$
fémur	$6,29 \times F + 4,42 \pm 1,82$
tibia	$7,39 \times T + 2,78 \pm 1,65$
peroné	$7,85 \times P + 3,55 \pm 1,92$

Tabla 34 Cálculo de estatura fetal según Talla

	Talla
húmero	$1,33 \times H - 3,29$ $7,92 \times H - 0,32 \pm 1,80$ K
radio	$0,94 \times R - 1,99$ $1,38 \times R - 2,85 \pm 1,82$ K
cúbito	$1,22 \times C - 2,90$ $8,73 \times C - 1,07 \pm 1,59$ K
fémur	$1,55 \times F - 7,00$ $6,29 \times F + 4,42 \pm 1,82$ K
tibia	$1,38 \times T - 6,78$ $7,39 \times T + 3,55 \pm 1,92$ K
peroné	$1,32 \times P - 6,17$ $7,85 \times P + 2,78 \pm 1,65$ K

Tabla 35 Cálculo de estatura fetal según Langer

	Langer
húmero	$6,12 \times H$
radio	$8,34 \times R$
fémur	$5,19 \times F$
tibia	$6,20 \times T$

Tabla 36 Cálculo de la estatura fetal según Balthazard y Dervieux

	Balthazard y Dervieux
húmero	$6,5 H + 8$
fémur	$5,6 F + 8$
tibia	$6,5 T + 8,5$



Anexo IV

Fusión ósea

Tabla 37 Fusión ósea en el poscráneo

región	elemento	inicio	fusión
vértebras	arcos neurales de cervicales y torácicas		1-2 años
vértebras	centro y arco de vértebras		2-5 años
vértebras	procesos transversos y espinosos		± 20 años
cervicales	partes posteriores del atlas		3-4 años
cervicales	arcos del axis		4-6 años
cervicales	base del diente del axis		3-6 años
cervicales	partes anteriores del atlas		6-9 años
cervicales	axis completo		± 12 años
cervicales	anillos		17-25 años
dorsales	anillos torácicos		16-19 años
lumbares	arcos neurales		< 5 años
lumbares	anillos		17-24 años
coxales	rama isquio-púbica	±6	8 años
coxales	acetábulo	9-12	13-18 años
coxales	isquion		13-18 años
coxales	cresta ilíaca	16-17	13-25 años
coxales	tuberosidad isquion, sínfisis púbica	16-17	23-25 años
sacro	cuerpo / arco		6-9 años
sacro	arcos		7-15 años
coxis	segmentos fusionados		20-25 años
omóplato	proceso coracoideo	10	12-16 años
omóplato	fosa glenoidea	10	12-16 años
omóplato	borde vertebral	12-16	20-23 años
omóplato	acromion	10-14	22-23 años
omóplato	ángulo medial y inferior	19-20	22-23 años
clavícula	extremo acromial		± 20 años
clavícula	extremo esternal	21-22	22-27 años
costillas	cabeza, tubérculo	± 17	20-25 años
húmero	proximal		18-22 años
húmero	distal		14-15 años
húmero	epicóndilo medial	12	19-20 años
húmero	cabeza, tubérculo mayor y menor	20	25 años
húmero	tróclea, capítulo y epicóndilo lateral	16-17	18 años
radio	proximal	12-16	15-18 años
radio	distal	17-20	20-23 años
cúbito	proximal		15-17 años
cúbito	distal		18-20 años
cúbito	olécranon	± 16	± 23 años
mano	base de metacarpo I		13,5-16,5 años
mano	metacarpos epífisis proximal y distal		18-20 años
mano	falanges epífisis proximal y distal	14	18-25 años

**Tabla 37 (cont.)** Fusión ósea en el poscráneo

región	elemento	inicio	fusión
fémur	cabeza	± 15	18-20 años
fémur	trocánter mayor	± 15	18-20 años
fémur	trocánter menor	15	18-20 años
fémur	distal	± 15	18-23 años
tibia	proximal	16	20-23 años
tibia	tuberosidad tibial	8-13	19 años
tibia	distal	16	18-20 años
peroné	proximal	16	20-23 años
peroné	distal	16	20 años
pie	calcáneo	12	16-22 años
pie	base de metatarso I		13-18 años
pie	metatarso epífisis proximal	12	18-22 años
pie	metatarso epífisis distal	12	18-22 años
pie	falanges epífisis proximal	14	17-21 años

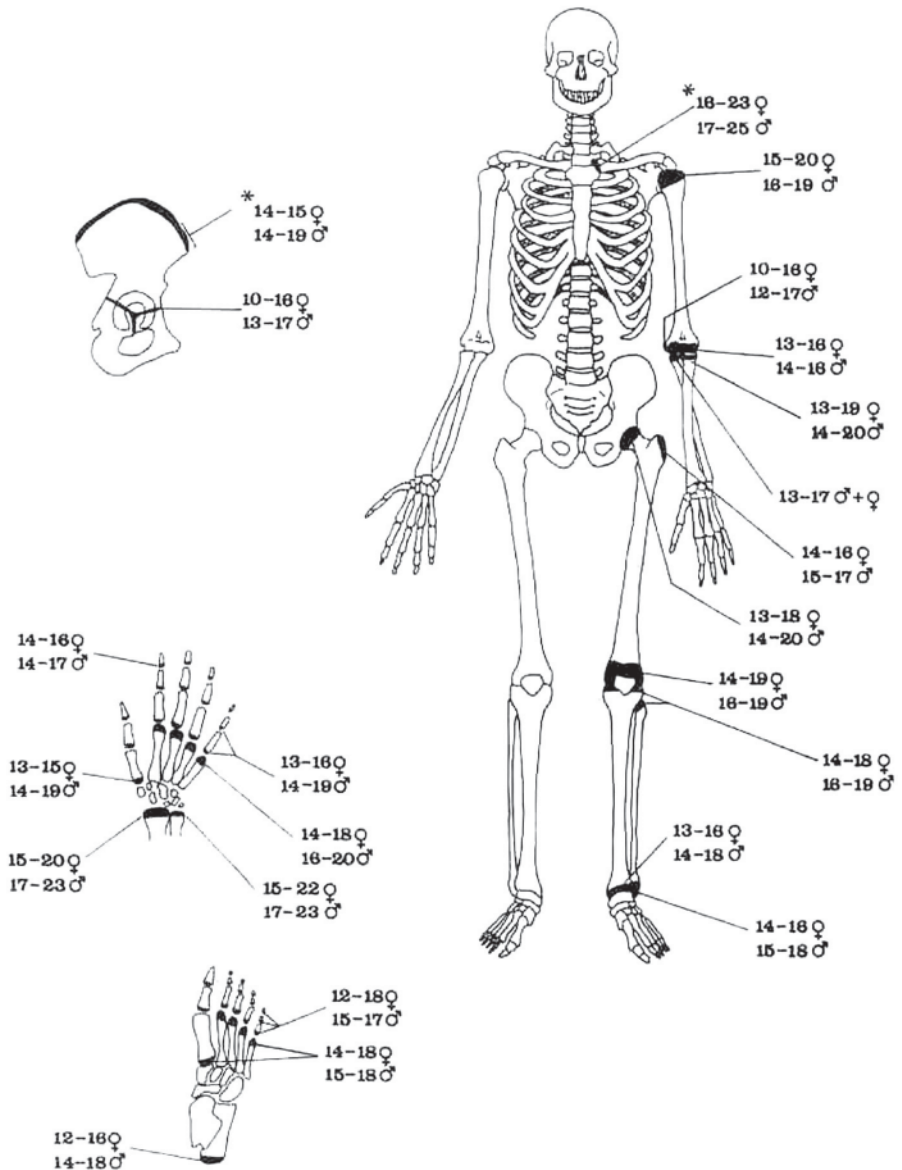


Fig. 1 Esquema de fusión ósea (por Mays 2003)

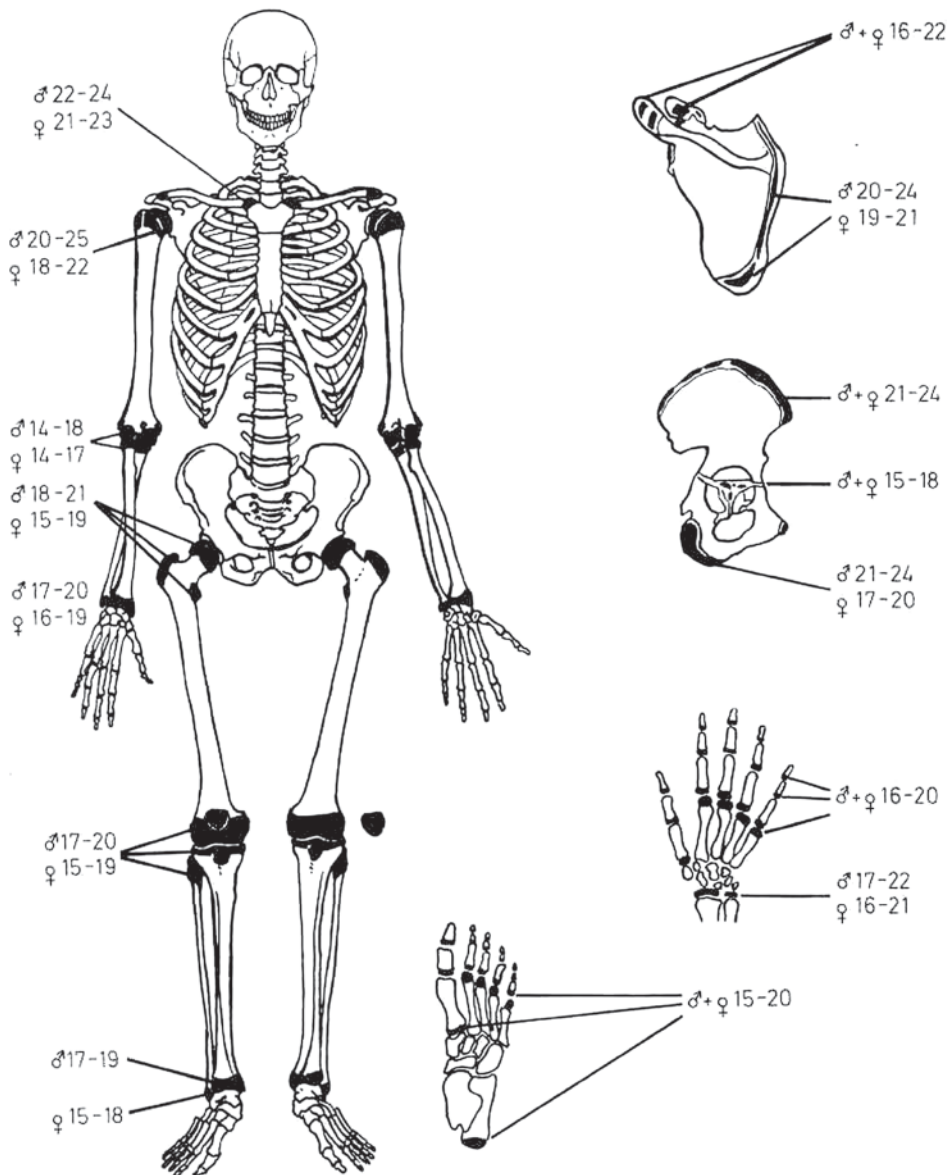


Fig. 2 Esquema de la fusión ósea (por Szilvassy 1988)

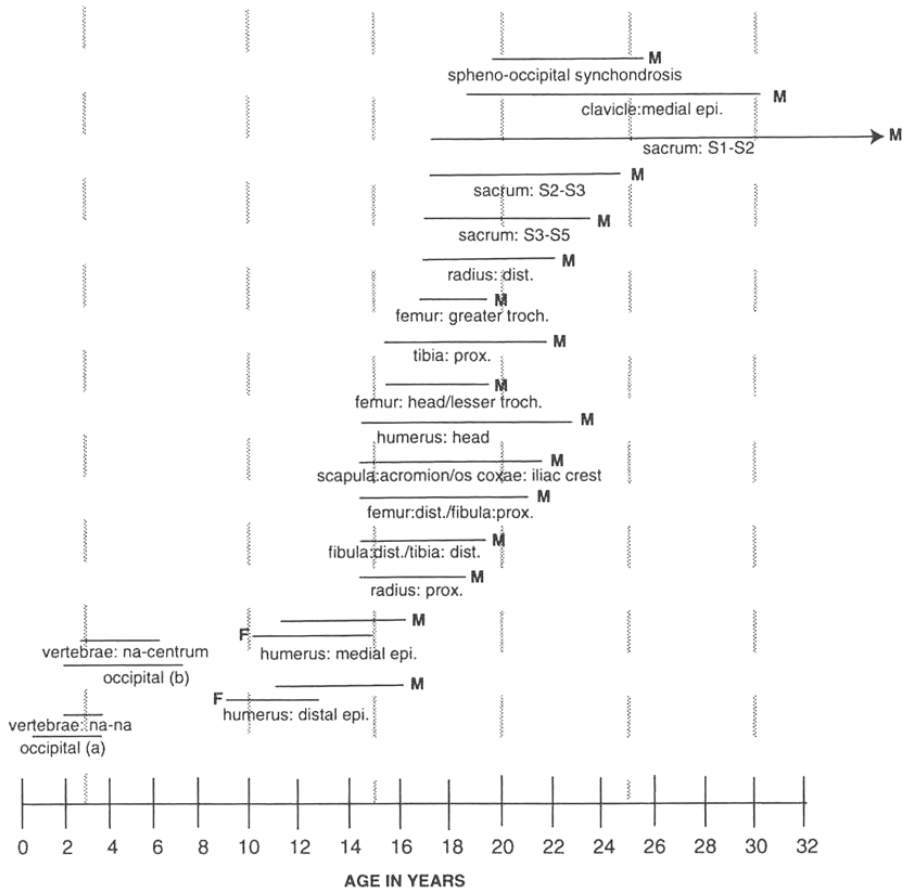


Fig. 3 Fusión epifisial y fusión de los centros primarios de la osificación, en cuanto m indica datos para masculinos y f para femeninos (por Buikstra & Ubelaker 1994)

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología

I S B N 9 9 9 2 2 - 8 5 9 - 4 - X

