

Determinación de los niveles de maduración y su aplicación clínica

Autoras: Dra. Estela Isabel González Vázquez

Odontóloga general docente de la cátedra de anatomía dental de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Dra. Katherine Landeta Morales

Egresada del posgrado de estomatología integral del niño y el adolescente de la Universidad Santa María, Caracas, Venezuela.



Durante mucho tiempo se ha buscado un indicador que permita estimar con mayor exactitud la maduración del individuo. Puesto que la edad cronológica no es un indicador de maduración adecuado, la edad ósea calculada con la radiografía carpal o radiografía de la mano proporciona la información necesaria para determinar alteraciones en el crecimiento del niño, ya que existe una gran cantidad de centros de osificación, de ahí la importancia de la comprensión e interpretación de la misma. La edad dental, al igual que la edad ósea, actúa como un índice de maduración biológica mediante la evaluación de la erupción y grado de formación de los gérmenes dentarios a través de una radiografía panorámica.

La edad cronológica no siempre permite valorar el desarrollo de la maduración somática del paciente, por lo que se recurre a determinar la edad biológica, la cual se calcula a partir de la edad ósea (índice carpal), dental y morfológica (talla y peso) o del momento de maduración sexual.^{1,2} Para determinar la edad ósea es necesario estudiar una región que comprenda muchos huesos, así como observar los patrones de osificación, cuya calcificación sucesiva se prolonga desde el nacimiento a lo largo de la infancia y de la adolescencia.

Estos patrones de osificación son los indicadores del momento en que va a comenzar el desarrollo prepuberal y de cuándo llega al pico máximo, así como cuándo disminuye, por lo que se puede hablar de un ritmo de crecimiento, ya que los brotes de crecimiento dependen del sexo y varían con la edad cronológica. Estas variaciones determinan la velocidad y duración del proceso de crecimiento. Por lo general, el brote de crecimiento puberal en las niñas se inicia entre los 10 y 12 años, y

en los varones entre los 12 y 14 años, con un margen de variación de 3-6 años. Se habla de trastornos del ritmo de crecimiento cuando se produce una desviación de ± 2 años entre la edad cronológica y la biológica.^{1,2}

Los patrones de osificación se dan de manera ideal a nivel de las manos, ya que de los 30 huesos que componen cada miembro superior, 29 están involucrados en su radiografía: diáfisis, epífisis y extremo distal de cúbito y radio, 8 carpianos, 5 metacarpianos y 14 falanges.³

Ningún método es totalmente satisfactorio para expresar el grado de madurez, sin embargo, el desarrollo esquelético es uno de los recursos más útiles para cuantificarlo. Dado que los centros de osificación esquelética presentan un patrón de cambio en tamaño y forma, se les puede identificar y describir con base en radiografías, pero se debe tomar en cuenta que la determinación de la edad ósea en la radiografía no siempre es exacta.^{1,2,3}

Para cada sitio se establece una serie de fases de osificación reconocibles. Se observan y comparan los cen-

tros de osificación hasta localizar el estándar que más se aproxime a la radiografía. Las etapas alcanzadas por los diferentes lugares se promedian para obtener un grado general de osificación, que es una medida de la madurez esquelética del niño. Greulich y Pyle (1959) incluyen dos series de estándares radiográficos de la mano y la muñeca (radiografía carpal); cada uno representa casi 30 valores de madurez desde el nacimiento hasta la fase adulta para niños y niñas. Aparte de estos parámetros, el atlas comprende indicadores de la madurez de huesos individuales y las epífisis, con descripción de sus cambios de maduración, por lo que se puede asignar una edad ósea a cada hueso.⁴

La osificación se da de la siguiente manera:

- Hueso grande: tres meses
- H. piramidal: 2 años
- H. semilunar: 3 años
- H. escafoide y trapezoide: 3.5 años
- H. trapecio: 4 años
- H. pisiforme: 9 años

En ortopedia maxilar se ha utilizado el análisis de Bjork (1972), que divide el proceso de maduración de los huesos de la mano en 9 estadios evolutivos entre el noveno y los 17 años de edad. Las características de osificación se detectan a nivel de las falanges, huesos del carpo y radio. Los estados de crecimiento de los dedos se valoran según la relación entre la epífisis y la diáfisis. Se distinguen tres estadios de osificación de las falanges, los cuales se describen a continuación:

Primer estadio: la diáfisis tiene la misma anchura que la epífisis. Éste comienza aproximadamente tres años antes del brote de crecimiento puberal.

Segundo estadio (estadio de capuchón): donde la diáfisis rodea a la epífisis a modo de capuchón. Coincide con el brote máximo de crecimiento puberal y corresponde al quinto estadio de maduración del esqueleto de la mano.

Tercer estadio (estadio de U) (U=unidad): donde la diáfisis se osifica con la epífisis. Indica la culminación del brote de crecimiento puberal y corresponde con el sexto, séptimo, octavo y noveno estadios de maduración de la mano. Los dedos se denominan con las cifras 1 a 5 a partir del pulgar.⁵

1. Diáfisis de la falange distal del pulgar (DP1).
2. Diáfisis de la falange proximal del pulgar (PP1).



Imagen 1. Huesos del carpo

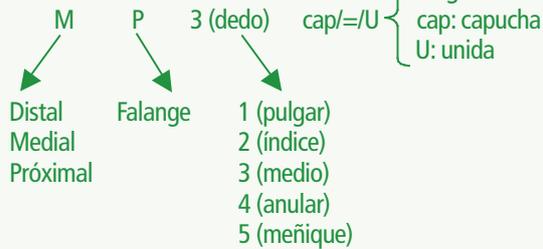
3. Hueso sesamoideo en la articulación metacarpofalángica del pulgar (S).
4. Diáfisis de la falange distal del dedo índice (DP2).
5. Diáfisis de la segunda falange del dedo índice (MP2).
6. Diáfisis de la falange proximal del dedo índice (PP2).
7. Diáfisis de la falange distal del dedo medio (DP3).
8. Diáfisis de la segunda falange del dedo medio (MP3). ▶



Imagen 2. Huesos de la mano y numeración de los dedos

Nomenclatura

R: Radio
S: Sesamoideo



9. Diáfisis de la falange proximal del dedo medio (PP3).
10. Diáfisis de la falange distal del dedo anular (DP4).
11. Diáfisis de la segunda falange del dedo anular (MP4).

12. Diáfisis de la falange proximal del dedo anular (PP4).
13. Diáfisis de la falange distal del dedo meñique (DP5).
14. Diáfisis de la segunda falange del dedo meñique (MP5).
15. Diáfisis de la falange proximal del dedo meñique (PP5).
16. Diáfisis del primer hueso metacarpiano.
17. Diáfisis del segundo hueso meta-carpiano.
18. Diáfisis del tercer hueso metacarpiano.
19. Diáfisis del cuarto hueso metacarpiano.
20. Diáfisis del quinto hueso metacarpiano.
21. Trapecio.
22. Trapezoide.
23. Hueso grande.
24. Ganchoso.
25. Apófisis uniforme del ganchoso (H).
26. Piramidal.
27. Pisiforme (psi).
28. Semilunar. ▶

Tabla 1. Escala de puntuación de los diferentes estadios de desarrollo dental

Niños	Etapa									
Diente	0	A	B	C	D	E	F	G	H	
M2	0.0	2.1	3.5	5.9	10.1	12.5	13.2	13.6	15.4	
M1				0.0	8.0	9.6	12.3	17.0	19.3	
PM2	0.0	1.7	3.1	5.4	9.7	12.0	12.8	13.2	14.4	
PM1			0.0	3.5	7.0	11.0	12.3	12.7	13.5	
C				0.0	3.5	7.9	10.0	11.0	11.9	
I2					3.2	5.2	7.8	11.7	13.7	
I1					0.0	1.9	4.1	8.2	11.8	

Niñas	Etapa									
Diente	0	A	B	C	D	E	F	G	H	
M2	0.0	2.7	3.9	6.9	11.1	13.5	14.2	14.5	15.6	
M1				0.0	4.5	6.2	13.5	14.0	16.2	
PM2	0.0	1.8	3.4	6.5	10.6	12.7	13.5	13.8	14.6	
PM1			0.0	3.7	7.5	11.8	13.1	13.4	14.1	
C				0.0	3.2	5.6	10.3	11.6	12.4	
I2				0.0	3.2	5.6	8.0	12.2	14.2	
I1					0.0	2.4	5.1	9.3	12.9	

Etapa 0 = falta de calcificación

Tabla 2. Conversión para determinar la edad ósea tras conocer el resultado del desarrollo dental

Edad puntos											
J	K	M	J	K	M	J	K	M	J	K	M
3.0	12.4	13.7	6.3	36.9	41.3	9.6	87.2	90.2	12.9	95.4	97.2
.1	12.9	14.4	.4	36.9	41.3	.7	87.7	90.7			
.2	13.5	15.1	.5	39.2	43.9	.8	88.2	91.1	13.0	95.6	97.3
.3	14.0	15.8	.6	40.6	45.2	.9	88.6	91.4	.1	95.7	97.4
.4	14.5	16.6	.7	42.0	46.7				.2	95.8	97.5
.5	15.0	17.3	.8	43.5	48.0	10.0	89.0	91.8	.3	95.9	97.6
.6	15.6	18.0	.9	45.1	49.5	.1	89.3	92.3	.4	96.0	97.7
.7	16.2	18.8				.2	89.7	92.3	.5	96.1	97.8
.8	17.0	19.5	7.0	46.0	51.0	.3	90.0	92.6	.6	96.2	98.0
.9	17.6	20.3	.1	48.3	52.9	.4	90.3	92.9	.7	96.3	98.1
			.2	50.0	55.5	.5	90.6	93.2	.8	96.4	98.2
4.0	18.0	21.0	.3	52.0	57.8	.6	91.0	93.5	.9	96.5	98.3
.1	18.9	21.8	.4	54.3	61.0	.7	91.3	93.7			
.2	19.7	22.5	.5	56.8	65.0	.8	91.6	94.0	14.0	96.6	98.3
.3	20.4	23.2	.6	59.6	68.0	.9	91.8	94.2	.1	96.7	98.4
.4	21.0	24.0	.7	62.5	71.8				.2	96.8	98.5
.5	21.7	24.8	.8	66.0	75.0	11.0	92.0	94.5	.2	96.8	98.5
.6	21.7	25.6	.9	69.0	77.0	.1	92.2	94.7	.4	97.9	99.5
.7	23.1	26.4				.2	92.5	94.9	.5	97.1	98.8
.8	23.8	27.2	8.0	71.6	78.8	.3	92.7	95.1	.6	97.2	98.9
.9	24.6	28.0	.1	73.5	80.2	.4	92.9	95.3	.7	97.3	99.0
			.2	75.1	81.2	.5	93.1	95.4	.8	97.0	99.1
5.0	25.4	28.9	.3	76.4	82.2	.6	93.3	95.6	.9	97.5	99.1
.1	26.2	29.7	.4	77.7	83.1	.7	93.5	95.8			
.2	27.0	30.5	.5	79.0	84.0	.8	93.7	96.0	15.0	97.6	99.2
.3	27.8	31.3	.3	80.2	84.8	.9	93.9	96.2	.1	97.7	99.3
.4	28.6	32.1	.7	81.2	85.3				.2	91.8	99.4
.5	29.5	33.0	.8	82.0	86.1	12.0	94.0	96.3	.3	97.8	99.5
.6	30.3	34.0	.9	82.8	86.7	.1	94.2	96.4	.4	97.9	99.5
.7	31.1	35.0				.2	94.4	96.5	.5	98.0	99.6
.8	31.8	36.0	9.0	83.6	87.2	.3	94.5	96.6	.6	98.1	99.6
.9	32.6	37.0	.1	84.3	87.8	.4	94.6	96.7	.7	98.2	99.7
			.2	85.0	88.3	.5	94.3	96.8	.8	98.2	99.8
6.0	33.6	36.0	.3	85.6	88.3	.6	95.0	96.9	.9	98.3	99.9
.1	34.7	39.1	.4	86.2	89.3	.7	95.1	97.0			
.2	35.8	40.2	.5	86.7	89.8	.8	95.2	97.1	16.0	98.4	100.0

J = años K = niños M = niñas

Tabla 3. Ejemplo de cómo realizar la totalización de los valores y calcular la edad dental según las tablas de conversión

Diente	Estadio	Valor
M2	F	13.2
M1	G	17.0
Pm2	E	12.0
Pm1	F	12.3
C	F	10.0
I2	H	13.7
I1	H	11.8
Total		90

Fuente: elaboración propia

- 29. Escafoides.
- 30. Diáfisis distal del Radio (R).
- 31. Diáfisis distal del cúbito.

Según el análisis de la radiografía de mano de Bjork, Grave y Brown (1972), se encuentran los siguientes estadios de maduración:⁶

1. (PP2=): la diáfisis de la falange proximal del dedo índice (PP2) muestra la misma anchura que la epífisis (=). Este estadio comienza aproximadamente tres años antes del brote de crecimiento puberal.
2. (MP3=): la diáfisis de la segunda falange del dedo medio. (MP3) muestra la misma anchura que la epífisis (=).
3. (PiSi): osificación visible del hueso pisiforme.
(H1): osificación de la apófisis uniforme del ganchoso.
(R=): anchura equivalente de la diáfisis y epífisis del R.
4. (S): inicio de la mineralización del sesamoideo
(H2): osificación avanzada del ganchoso.
5. (MP3 cap): pico de crecimiento: la diáfisis rodea a modo de capuchón a la epífisis, a nivel de la segunda falange del dedo medio.
(PP1 cap): En la falange proximal del pulgar.
(R cap): En el Radio.
6. (DP3 u): fusión visible de la diáfisis y epífisis de la falange distal del dedo medio .
7. (PP3 u): fusión visible de la diáfisis y epífisis de la falange proximal del dedo medio.
8. (MP3 u): fusión visible de la diáfisis y epífisis de la segunda falange del dedo medio.

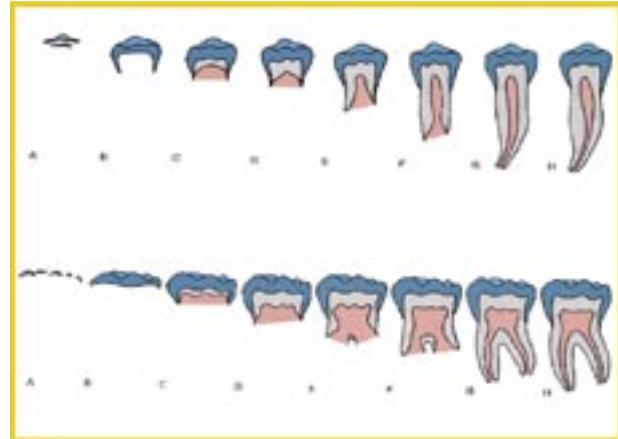


Imagen 3. Escala de puntuación de los estadios de desarrollo dental. Fuente: Demirjian y cols.

9. (Ru): osificación completa de la diáfisis y epífisis del radio.
Al llegar a este estadio, termina la osificación de todos los huesos de la mano y el crecimiento óseo.

Edad dental

La valoración de la edad dental es esencial para un pronóstico sobre el desarrollo de la dentición. Se determina mediante dos métodos: estado de erupción dental y el estado de gemación, que se basa en la comparación del estado de desarrollo radiológico de los diferentes dientes frente a una escala de maduración.

De esta forma no sólo se mide la última fase de desarrollo dental, sino todo el proceso de mineralización. La valoración se fundamenta en un sistema de puntuación. ▶

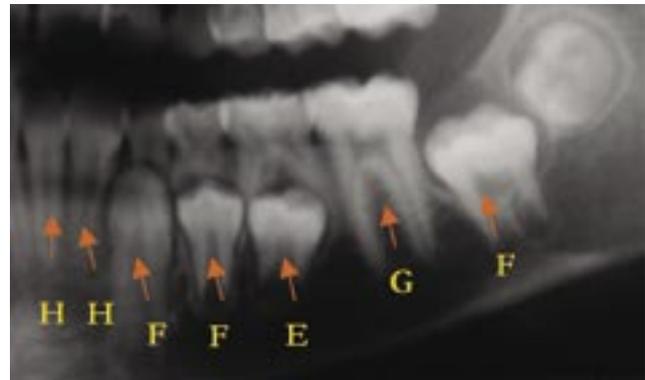


Imagen 4. Estadios del desarrollo dental del cuadrante inferior izquierdo de la radiografía panorámica presentada para este caso/ Fuente: elaboración propia

Se adjudica a cada diente una puntuación según su estadio de desarrollo. La suma de los diferentes puntos da el valor de madurez, que se puede convertir directamente en la edad ósea con ayuda de unas tablas convencionales. Cuanto menor sea la suma de puntos, menor será la edad dental y viceversa. Este método resulta bastante preciso si únicamente se utilizan los dientes del cuadrante inferior izquierdo. Además, la escala de puntuación del grado de mineralización depende del tipo de diente y del sexo del paciente (Tablas 1 y 2).

La escala de puntuación del grado de mineralización depende del tipo de diente y del sexo del paciente.

El número de puntos para determinar la edad ósea se obtiene de la suma de los diversos puntos de los siete dientes del cuadrante inferior izquierdo. Si falta alguno de los dientes que hay que valorar, se incluye en la valoración el diente del lado contrario.⁷

A = Calcificación de algunos puntos oclusales sin fusión de las diferentes calcificaciones.

B = Fusión de los puntos de mineralización con detección del contorno dental oclusal.

C = Fin de la formación del esmalte y comienzo de depósito de la dentina.

D = Formación de la corona hasta el límite amelocementario.

E = La longitud de la raíz es más corta que la altura de la corona.

F = La longitud de la raíz es igual o mayor que la de la corona.

G = Termina la formación de la raíz; el orificio apical continúa abierto.

H = Cierre del orificio apical.

Por ejemplo, si queremos calcular la edad dental en la radiografía panorámica (Imagen 4), se ubica cada diente en la escala de puntuación de los estadios de desarrollo dental y se anotan en una tabla (Tabla 3) para totalizarlos y sacar la edad dental con base en las tablas de conversión.

Al buscar el valor (90) en las tablas de conversión para el sexo femenino (caso de la radiografía) nos da una edad dental de nueve años seis meses. Posteriormente, se compara esta edad con la edad cronológica de la paciente y se procede a evaluar si presenta un retraso o adelanto en la erupción dental. *OC*

Bibliografía

1. Graber S. *Principios generales y técnicas ortodóncas*. Editorial Panamericana, 1992.
2. Donald H. *Enlow: crecimiento maxilofacial* 3ra. edición. Interamericana Mc Graw Hill. México, 1990.
3. Tenenbaum M. *Fundamentos y técnicas para el odontólogo general y el iniciado en la especialidad*. Editorial Intermédica, S.A.I.C.I. 1991.
4. Greulich WW, Pyle S. *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist* 2nd Ed. Stanford University Press. Stanford Ca., 1959.
5. Canals M, Valenzuela C, Avendaño A. *Atlas de madurez ósea*. Publicaciones Técnicas Mediterráneo. LTD. Editorial Universitaria S.A. Santiago de Chile, 1993.
6. Bjork, Grave, Brown. *Maduración y predicción de talla. Atlas y métodos numéricos*. Editorial Díaz de Santos, S.A. Madrid. 1991.
7. Demirjian. *Edad dental y morfológica*, 1973.

Estimado cirujano dentista, cualquier duda, comentario o sugerencia sobre esta publicación envíela al correo electrónico: revodonto@salud.gob.mx
Visítenos en internet en: www.imbiomed.com