



Relación entre el brote de crecimiento puberal y las fases de maduración dental. Un estudio radiográfico en jóvenes de Maracaibo, estado Zulia

Ana Isabel Ortega^{1*}, Ángela Irene Espina-Ferreira², Fernando Alonso Barrios³,
José Luis Ferreira⁴

^{1,2,4}Doctor en Odontología, Profesor Titular.

³Médico Cirujano, Especialista en Anatomía Patológica, Profesor Agregado.

Laboratorio de Odontología Forense, Área de Odontología Forense,
Instituto de Investigaciones, Facultad de Odontología, Universidad del Zulia,
Maracaibo, Venezuela.

anitaortegav@gmail.com, aespinaferreira@gmail.com, barriosf1976@gmail.com,
jbacteria@hotmail.com

Resumen

Objetivo: estudiar la relación entre los estadios de osificación del brote de crecimiento puberal (BCP) y las fases de maduración dental en jóvenes de Maracaibo, estado Zulia. **Materiales y Métodos:** se evaluaron radiografías carpales y panorámicas de 300 individuos de ambos sexos, con edades entre 8 y 20 años. El BCP fue determinado mediante el método de Grave-Brown y la maduración dental por el de Demirjian y col. en el canino, segundo premolar y segundo molar mandibulares. **Resultados:** antes del BCP, el canino mostró la fase G en varones y F en hembras; durante el pico, presentó las fases H y G en varones y hembras. El segundo premolar evidenció en varones las fases E y F antes del BCP, y la F en las hembras; en el pico los varones mostraron la G y las hembras F. El segundo premolar evidenció en los varones la fase G al inicio y las hembras la F, durante el pico ambos sexos presentaron la G. Al término del brote alcanzaron la fase H. **Conclusión:** las fases anteriores a la G, se asociaron a los estadios previos al brote. La fase G se relacionó con el pico, y el cierre apical con el término.

Palabras clave: brote de crecimiento puberal, método de Grave-Brown, método de Demirjian, maduración esquelética, maduración dental, pubertad.

* Autor para la correspondencia. Calle 65 esquina avenida 19. Área de Odontología Forense, Facultad de Odontología, Universidad del Zulia. Apartado postal 526. Maracaibo 4001, Venezuela. Teléfono: 00 58 261 3280322.

Relation between the Pubertal Growth Spurt and Dental Maturation Phases. A Radiographic Study of Youth in Maracaibo, State of Zulia

Abstract

Objective: to study the relation between ossification stages that indicate the pubertal growth spurt (PGS) and dental maturation phases in youth from Maracaibo, State of Zulia. **Materials and Methods:** Carpal and panoramic radiographs of 300 individuals of both sexes between 8 and 20 years of age were evaluated. PGS was determined by the Grave-Brown method and dental maturation by the method of Demirjian et al in the canine, second bicuspid and second molar. **Results:** before the PGS, the canine showed phase G in males and F in females; during the peak, males displayed phase H and females, phase G. The second premolar demonstrated phases E and F before the PGS in males, and F in females; at the peak, males showed the G and females the F phase. The second premolar in the males demonstrated phase G at the beginning and F for females; during peak, both sexes presented the G phase. All the teeth reached phase H at the end of the PGS. **Conclusion:** phases prior to G are associated with stages previous to the spurt. Phase G was related to the peak, and apical closure with the end of the PGS.

Keywords: pubertal growth spurt, Grave-Brown's method, Demirjian's method, skeletal maturation, dental maturation, puberty.

Introducción

La pubertad constituye el componente biológico de la adolescencia y es el periodo en el cual se producen cambios en las características neuro-endocrinas del individuo, que lo conducen a la adultez, entre las que destacan el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, la maduración morfofuncional de las gónadas y suprarrenales, la adquisición del pico de masa ósea, grasa y muscular, así como el crecimiento completo de otros tejidos y órganos¹⁻³. Tiene una duración promedio de 24 a 72 meses, caracterizándose por un crecimiento rápido del esqueleto, hasta alcanzar un pico de velocidad máxima (PVM), después del cual se produce una desaceleración progresiva del mismo, que concluye con el cierre de los cartí-

lagos de crecimiento²⁻⁴. El inicio y duración de la pubertad presenta una amplia variabilidad individual entre sujetos del mismo sexo, y del sexo opuesto, lo que se conoce como "ritmo o tempo", el cual puede ser acelerado, promedio, o lento, y recibe influencia de factores genéticos, ambientales, enfermedades y desórdenes sistémicos^{3,5,6}.

El inicio de la pubertad se evidencia en promedio en las niñas sanas, entre los 8 y 14 años y en los varones sanos, entre los 9 y 15 años. Durante este periodo, el aumento más evidente en el tamaño del individuo, se denomina brote de crecimiento puberal (BCP), el cual puede observarse entre los 10-14 años en las niñas y entre los 12-15 años en los niños, con un margen de variación de 3-6 años^{3,6}. Aunque el patrón de crecimiento es similar

entre los sexos, las niñas inician el brote y alcanzan el PVM más temprano que los varones^{1-3,5}.

En la Odontología, es relevante determinar la ocurrencia del BCP y la etapa del mismo en la cual se encuentra el paciente, debido a que esto tiene considerable influencia en el diagnóstico, planificación y metas de la terapéutica así como su resultado, lo que es particularmente importante para la Ortodoncia, la Ortopedia Maxilar y la Cirugía Maxilofacial⁷⁻¹¹.

Debido a que la edad cronológica (EC) no permite valorar de manera confiable el grado de desarrollo del individuo, el BCP es estimado mediante registros longitudinales de la talla y el peso del paciente, la presencia de los caracteres sexuales secundarios^{4,6,12}, el desarrollo dentario^{10,13-15} y la maduración de centros de osificación de la mano y la muñeca^{7,11,16} o las vertebrales cervicales^{17,18}.

La evaluación radiográfica del grado de madurez de los huesos de la mano y la muñeca, se considera representativa del desarrollo general del individuo. El aumento de tamaño, así como la adquisición de las características morfológicas del hueso maduro en los centros de osificación de esta área, han sido descritas en grupos etarios en crecimiento y desarrollo, permitiendo estimar una "edad ósea" (EO) en meses o años, la cual se utiliza en la predicción de la talla adulta^{19,20}, la época de ocurrencia de la menarquía²⁰, en el seguimiento de tratamientos dietéticos y médicos^{21,22}, así como en el cálculo de la edad en individuos vivos y fallecidos con fines forenses^{23,24}.

Para la estimación de la EO se utilizan métodos basados en atlas como el Greulich-Pyle¹⁹, y particularmente en nuestro país, el de Maduración Ósea del Venezolano²⁵, o aquellos que asignan puntuaciones, siendo el más representativo de ellos, el de Tanner-Whitehouse²⁰. Independientemente del méto-

do seleccionado para la estimación de la EO, cuando ésta se compara con la EC del individuo, la maduración del individuo puede clasificarse como normal, acelerada o retardada, permitiendo la identificación de patologías^{19,20,25}.

Considerando que existe una asociación entre los incrementos de la talla que se producen durante el BCP, y la aparición de indicadores de maduración en centros de osificación de la mano y la muñeca, se han propuesto los métodos de Grave-Brown⁷, Hägg y Taranger¹² y Fishman¹⁶, entre otros. Todos ellos se fundamentan en la premisa de que a medida que el individuo avanza en la curva de crecimiento en talla, la secuencia de osificación y maduración de los huesos de esta área, tiene un curso predecible, que es igual para ambos sexos. Para su aplicación, se observan en la radiografía del paciente, los estadios descritos por el autor, hasta llegar al último que presenta el individuo, lo que permitirá determinar si el mismo se encuentra en el inicio, el PVM o término del BCP.

Se han realizado estudios para evaluar la aplicabilidad de estos métodos en diversas poblaciones, estableciendo valores promedios de las edades en las cuales se producen las diferentes etapas del brote, siendo de utilidad en la práctica clínica debido a que permiten comparar el desarrollo del individuo en relación con otros sujetos de la misma edad, y determinar su progreso en la curva de crecimiento^{11,12,26,27}.

Ahora bien, la evaluación del desarrollo de los elementos dentarios se basa principalmente en dos enfoques. El primero de ellos se fundamenta en el número y tipo de dientes observados en la cavidad bucal, y puede ser influenciado por factores locales como la presencia de procesos infecciosos, dientes impactados, apiñamiento dental, anquilosis, extracción prematura o retención de los deciduos o

dientes permanentes adyacentes²⁸⁻³⁰. El segundo enfoque utiliza las fases de maduración dental observadas en radiografías, considerando los primeros signos de mineralización de la corona hasta el cierre apical. Existen varios métodos que permiten estimar una edad dental (ED), entre los que se encuentran los de Nolla³¹, Morrees y col.³² y Demirjian y col.³³. La ED se utiliza no solo para evaluar si el individuo se encuentra avanzado o atrasado en cuanto al desarrollo de la dentición, sino también como parte del examen antropométrico para la estimación de la edad con fines forenses³⁴⁻³⁶.

Se ha evaluado la relación entre las fases de mineralización de los dientes y los estadios de osificación observados en los huesos de la mano y la muñeca, con la finalidad de validar la aplicabilidad de las primeras como indicadores del BCP, arrojando resultados controversiales. En este sentido varios autores han reportado la asociación entre las fases de maduración del canino (CA), primer premolar, segundo premolar (2PM) y segundo molar (2M), con los estadios de osificación que indican las diferentes etapas del brote^{9,10,14,15,37-41}.

Sin embargo, otras investigaciones no lograron establecer una relación entre tales variables. Una explicación consiste en que el mecanismo de control del desarrollo de los elementos dentarios parece ser independiente del de los otros indicadores de edad biológica, como son la edad ósea, la talla, el peso, la aparición de los caracteres sexuales secundarios, entre otros, de manera que pudieran esperarse desarmonías temporales entre la maduración dental y esquelética, lo que no permitiría evaluar con confiabilidad el BCP mediante el estudio de los elementos dentarios. Asimismo, se ha señalado el hecho de que el desarrollo del órgano dental es menos susceptible que el tejido óseo ante factores externos como la nutrición ó patologías sistémicas, por lo que re-

gularmente se encuentra más asociado a la edad cronológica que a la maduración ósea⁴²⁻⁴⁵.

Considerando lo anteriormente expuesto, el presente trabajo se propuso estudiar la relación entre las fases de maduración del CA, 2PM, y 2M mandibulares con los estadios de osificación de la mano y la muñeca que indican el BCP en un grupo de jóvenes de la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, para valorar la utilidad del desarrollo dentario en la estimación del brote. Asimismo, se investigaron las diferencias entre los sexos en cuanto a la EC, ED y EO en las cuales se presentaron los estadios del BCP y las fases de mineralización dentaria. Además, se indagó acerca de la relación entre el grado de maduración dental y ósea de los individuos estudiados.

Material y métodos

Muestra

La muestra estuvo conformada por 300 individuos de ambos sexos (varones n=142, hembras n=158), sin enfermedades sistémicas, con edades cronológicas comprendidas entre los 8 y 20 años de edad, residentes de la ciudad en Maracaibo y consultantes del Centro de Atención Integral del Niño y Adolescente (CIAN) y del Centro de Atención Integral del Adulto, de la Facultad de Odontología de la Universidad del Zulia, Maracaibo, República Bolivariana de Venezuela.

Procedimientos y técnicas

Examen radiográfico: se obtuvieron radiografías posteroanteriores de la mano y muñeca izquierda de cada paciente mediante la técnica convencional, previo consentimiento escrito, de acuerdo con los parámetros de la Declaración de Helsinki⁴⁶. Para ello se emplearon películas de 8 × 10 pulgadas (ORTHO CP-G PLUS. Agfa, Agfa-Gevaert Argentina S.A. Flo-

rencia Varela, Argentina) y pantalla intensificadora de velocidad media, en un aparato de rayos X modelo Panex-EC (J. Morita Corporation, Japón) operando en promedio, a 10 mA, 75 kVp, con un tiempo de exposición de 2,2 segundos. Asimismo, se realizaron radiografías panorámicas, con película de 15 × 30 cm (ORTHO- CP-G PLUS. Agfa. Agfa-Gevaert Argentina S.A. Florencio Varela, Argentina) y pantalla intensificadora de velocidad media, utilizando el aparato previamente mencionado, a 10 mA, de 75 a 80 kVp y con 12 segundos de tiempo de exposición.

Análisis radiográfico: la ED fue calculada en la radiografía panorámica de acuerdo al método de Demirjian y col.³³ y la edad ósea mediante el Atlas de Maduración Ósea del Venezolano²⁵. Para determinar el estatus de la maduración del CA, el 2PM y 2M inferiores iz-

quierdos se emplearon las fases de mineralización propuestas por Demirjian y col.³³. En la mano y muñeca se aplicó el método de Grave-Brown⁷, para la estimación del BCP (Tabla 1).

Determinación del grado de madurez dental y ósea: cada individuo de la muestra fue clasificado de acuerdo a su nivel de maduración dental y ósea en atrasado, promedio y adelantado, por lo que se obtuvieron tres grupos para la maduración dental y tres grupos para la maduración ósea. Para realizar la clasificación se comparó la edad ósea o dental del individuo, contra la media de la edad ósea o dental de su grupo de edad, los valores de los sujetos que se apartaron más de una desviación estándar con respecto a la media del grupo se clasificaron en atrasados o avanzados, según el caso. Los que se encontraron en el rango comprendido entre

Tabla 1. Fases de mineralización del método de Demijian y col. y estadios de osificación del método de Grave-Brown.

Fases de mineralización	Método de Demirjian
	Descripción
A	La calcificación de un único punto oclusal sin fusión de varias mineralizaciones.
B	Fusión de los puntos de mineralizaciones. Los contornos de las superficies oclusales son reconocibles.
C	La formación del esmalte es completa hasta el nivel de la unión amelocementaria y la formación dentinaria ha comenzado. La cámara pulpar es curva, y ningún cuerno pulpar es visible.
D	La formación de la corona es completa hasta el nivel de la unión amelocementaria. Ha comenzado la formación radicular. Los cuernos pulpares están comenzando a diferenciarse, pero las paredes de la cámara pulpar permanecen curvas.
E	La longitud radicular es menor que la altura de la corona. Las paredes de la cámara pulpar son rectas, y los cuernos pulpares están más diferenciados que en el estadio previo. En los molares, la bifurcación radicular se ha comenzado a mineralizar.
F	Las paredes de la cámara pulpar forman un triángulo isósceles, y la longitud radicular es igual o mayor que la altura coronaria. En los molares, la bifurcación se ha desarrollado suficientemente para darle a las raíces una forma distintiva.
G	Las paredes del canal radicular son ahora paralelas. El ápice radicular está aún parcialmente abierto.
H	El ápice del canal radicular está completamente cerrado.

Tabla 1. Continuación)

Estadios de osificación	Método de Grave-Brown			
	Eventos de osificación			
Antes del BCP	1	1	FP2=	Epífisis de la falange proximal del segundo dedo, muestra el mismo ancho de su diáfisis
	2	2	FM3=	Epífisis de la falange media del tercer dedo, muestra el mismo ancho de su diáfisis
	3	3	Pisi	Osificación visible del hueso Pisiforme
	4		G-1	Osificación de la apófisis unciforme del hueso Ganchoso
	5		R=	Ancho equivalente de la epífisis y diáfisis del Radio
Inicia el BCP	4	6	S	Inicio de mineralización del Sesamoideo
		7	G-2	Osificación avanzada de la apófisis unciforme del hueso Ganchoso
Pico de Velocidad de Crecimiento	5	8	FM3cap	Epífisis de la falange media del tercer dedo rodea a modo de capuchón su diáfisis
		9	FP1cap	Epífisis de la falange proximal del primer dedo rodea a modo de capuchón su diáfisis
		10	Rcap	Epífisis rodea a modo de capuchón la diáfisis
Termina BCP	6	11	FD3u	Fusión visible de la epífisis de la falange distal del tercer dedo con su diáfisis
Después del BCP	7	12	FP3u	Fusión visible de la epífisis de la falange proximal del tercer dedo con su diáfisis
	8	13	FM3u	Fusión visible de la epífisis de la falange media del tercer dedo con su diáfisis
	9	14	Ru	Fusión completa de la epífisis y diáfisis del radio

la desviación estándar y la media del grupo, fueron considerados promedios.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante el programa SPSS 11.0 para Windows (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc. Chicago, Ill). Se realizó una prueba de diferencia de media de las edades cronológica, dental y ósea, entre varones y hembras, en las cuales se alcanzaron los estadios de maduración ósea descritos por el método de Grave-Brown⁷. Asimismo, se calculó la diferencia de media de las edades cronológica, den-

tal y ósea, entre los varones y hembras, en las cuales se observaron las fases de maduración de los dientes estudiados, según el método de Demirjian y col.³³ Para relacionar los eventos de maduración que indican las fases del BCP en la mano y la muñeca con las fases de maduración de los dientes seleccionados, se calcularon porcentajes de distribución. Se calcularon pruebas de distribución de frecuencia entre el grado de maduración dental y ósea (adelantado, normal o atrasado), con la finalidad de identificar si existe una relación entre ellos. El nivel de significancia asumido fue de $p=0,05$.

Resultados

Las diferencias de medias entre la EC, ED y EO en las cuales ambos sexos alcanzan los estadios de maduración, revelan que las hembras presentaron estos estadios a edades menores que los varones, y dichas diferencias fueron estadísticamente significativas para las edades cronológicas de los estadios 1,2,3 (evento 5), 8 y 9, las edades dentales de los estadios 3 (evento 3), 5 (evento 10), 8 y 9, y las edades óseas de los estadios 1, 2, 3 (eventos 4 y 5), 5 (evento 10), 6, 8,9. En cuanto a las diferencias entre los sexos, con respecto a las edades cronológica, dental y ósea, en las que se presentan las fases de maduración de los dientes estudiados, se obtuvieron en el CA diferencias significativas en la ED de las fases G y H, y

para la EO en la fase H. En el 2PM, hubo una diferencia estadísticamente significativa en la ED para la fase G, y la EO en la cual se alcanzó la fase E. Para el segundo molar se encontraron diferencias significativas en la ED en la que se presentaron las fases G y H, así como en la EO alcanzada en la fase H.

La Tabla 2 muestra la distribución porcentual de las fases de maduración del CA en relación a los eventos de osificación que indican el BCP, en los varones. Se puede observar que en "0" y el estadio 1 de osificación, los individuos presentaron la fase de mineralización dentaria F. En el estadio 2 y 3 (eventos 3 y 5) existió una tendencia a mostrar la fase G, mientras que en el evento 4 se encuentran distribuidos entre F y G. En el estadio 4 (evento 6) todos los individuos estuvieron en la fase G,

Tabla 2. Distribución porcentual de las fases de mineralización del canino inferior izquierdo, en los eventos de osificación que indican el brote de crecimiento puberal, en los varones.

Estadios de osificación	Evento de osificación	Fases de mineralización del canino (%)					
		D	E	F	G	H	
		0 [†]	-	5,6	55,6	38,9	-
Antes BCP	1	1	-	-	68,8	31,3	-
	2	2	-	-	30,0	70,0	-
		3	-	-	-	100,0	-
	3	4	-	-	50,0	50,0	-
		5	20,0			70,0	10,0
Inicia BCP	4	6	-	-	-	100,0	
		7	-		33,3	33,3	33,3
		8	-	-	-	-	-
Durante PVM	5	9	-	-	-	-	-
		10	-	-	-	20,0	80,0
Termina BCP	6	11	-	-	-	-	100,0
	7	12	-	-	-	-	100,0
Después del BCP	8	13	-	-	-	-	100,0
	9	14	-	-	-	-	100,0

[†] No se presenta ningún estadio de osificación que indique el BCP.

mientras que en el evento 7 los porcentajes fueron dispersos. Durante el PVM, los pacientes que evidenciaron el estadio 5 (evento 10), se encontraron en H. A partir del estadio 6 (evento 11), todos los individuos presentaron la fase H de mineralización.

En la Tabla 3, se muestran estos resultados para el 2PM. En "0" la mayoría de los pacientes presentaron la fase E. En el estadio 1 los resultados fueron dispersos con un predominio de la fase F, mientras que en el estadio 2 la mayoría de los varones mostraron la fase E. En el estadio 3 (evento 3) todos los individuos presentaron el estadio H. En el evento 4 los sujetos estuvieron distribuidos entre las fases F y G, en cuanto que en el evento 5 hubo un predominio de la fase G. En el estadio 4 (evento 6), indicativo del inicio del BCP, todos los

varones se encontraron en la fase F, y en el evento 7 los resultados fueron dispersos. En el PVM, los individuos que presentaron el estadio 5 (evento 10), presentaron la fase G. Desde el estadio 6, la mayoría de los pacientes presentaron la fase H. Para el 2M (datos no mostrados) los porcentajes fueron dispersos en "0" y los estadios 1 y 2. En el estadio 3 indicativo del inicio del BCP, hubo una tendencia a que los individuos presentaron la fase G. En el estadio 4 (eventos 6 y 7), los individuos mostraron la fase G. En el PVM, los sujetos que estaban en el evento 10 presentaron la fase G. A partir del estadio 6 la tendencia observada fue que los individuos se encontraron en la fase H de mineralización dentaria.

En las hembras, la Tabla 4 muestra la distribución porcentual de las fases de madura-

Tabla 3. Distribución porcentual de las fases de mineralización del canino inferior izquierdo, en los eventos de osificación que indican el brote de crecimiento puberal, en los varones.

Estadios de osificación	Evento de osificación	Fases de mineralización del canino (%)						
		D	E	F	G	H		
Antes BCP		0†	-	5,6	55,6	38,9	-	
	1	1	-	-	68,8	31,3	-	
	2	2	-	-	30,0	70,0	-	
		3	3	-	-	-	100,0	-
	3	4	4	-	-	50,0	50,0	-
Inicia BCP		5	20,0			70,0	10,0	
		6	-	-	-	100,0		
	4	7	-		33,3	33,3	33,3	
Durante PVM		8	-	-	-	-	-	
	5	9	-	-	-	-	-	
		10	-	-	-	20,0	80,0	
Termina BCP	6	11	-	-	-	-	100,0	
		7	12	-	-	-	100,0	
Después del BCP	8	13	-	-	-	-	100,0	
	9	14	-	-	-	-	100,0	

† No se presenta ningún estadio de osificación que indique el BCP.

Tabla 4. Distribución porcentual de las fases de mineralización del segundo premolar inferior izquierdo, en los eventos de osificación que indican el brote de crecimiento puberal, en los varones.

Estadios de osificación	Evento de osificación	Fases de mineralización del segundo premolar (%)					
		D	E	F	G	H	
		0†	16,7	55,6	27,8	-	-
Antes del BCP	1	1	12,5	12,5	50,0	25,0	-
	2	2		80,0	20,0	-	-
		3		-	-	-	100,0
	3	4		-	-	50,0	50,0
		5		20,0	-	-	50,0
Inicia BCP	4	6	-	-	100,0	-	-
		7	-	-	33,3	33,3	33,3
Durante PVM	5	8	-	-	-	-	-
		9	-	-	-	-	-
		10	-	-	40	60,0	-
Termina BCP	6	11	-	-	-	33,3	66,0
		7	12	-	-	-	100,0
Después del BCP	8	13	-	-	-	10,5	89,5
	9	14	-	-	-	-	100,0

† No se presenta ningún estadio de osificación que indique el BCP.

ción del CA en relación a los eventos de osificación que indican el BCP. Se puede observar que en la mayoría de los eventos de osificación que ocurren antes del BCP, los individuos presentaron la fase F. Sin embargo, en el estadio 3 (evento 3) las niñas se encontraron entre F y G. En el estadio 4 (evento 6), el cual es alcanzado al inicio del brote, todas se encontraron en la fase G. Durante el PVM, las hembras que evidenciaron el estadio 5 (evento 8), se encontraron en G, mientras que en el evento 10 los resultados fueron dispersos. Desde el estadio 6 (evento 11), todos los individuos presentaron la fase H de mineralización. En la Tabla 5, se muestran estos resultados para el 2PM. En los estadios que se presentan antes del BCP, la mayoría de los individuos mostraron la fase F. En el estadio 4 (evento 6), el cual indica el ini-

cio del BCP, todas las hembras se encontraron en la fase F. En el PVM, las niñas que mostraron el evento 8, presentaron la fase G, y en el evento 10 los resultados fueron dispersos. Desde el estadio 6, la mayoría de los pacientes presentaron la fase H.

En el 2M (datos no mostrados) se observó que en "0" las hembras se encontraron entre las fases D y F. En el estadio 1, los resultados fueron dispersos mientras que en el estadio 2 las niñas presentaron la fase F. En el estadio 3 (evento 3), las hembras mostraron la fase E. Para los eventos 4 y 5 los porcentajes fueron dispersos. Cuando las hembras iniciaron el BCP, evidenciaron la fase F en el evento 6. Durante el PVM, los individuos que alcanzaron el evento 8, presentaron la fase G, en cuanto que los que mostraron el evento 10, presentaron

Tabla 5. Distribución porcentual de las fases mineralización del segundo premolar inferior izquierdo, en los eventos de osificación que indican el brote de crecimiento puberal, en las hembras.

Estadios de osificación	Evento de osificación	Fases de mineralización del segundo premolar (%)					
		E	F	G	H		
		0†	-	100,0	-	-	
Antes del BCP	1	1	40,0	60,0	-	-	
	2	2	-	100,0	-	-	
		3	4	14,3	85,7	-	-
	3	4	-	100,0	-	-	
		5	-	76,9	15,4	7,7	
Inicia BCP	4	6	-	100,0	-	-	
		7	-	-	-	-	
Durante PVM		8	-	100,0	-	-	
	5	9	-	-	-	-	
		10	-	18,2	36,4	45,5	
Termina BCP	6	11	-	-	20,0	80,0	
		7	12	-	-	-	
Después del BCP	8	13	-	5,0	35,0	55,0	
	9	14	-	1,4	6,8	90,4	

† No se presenta ningún estadio de osificación que indique el BCP.

porcentajes dispersos, con una tendencia a concentrarse en los estadios G y H. Desde el estadio 6, los individuos presentaron en su mayoría, la fase H.

En cuanto a las distribuciones de porcentaje de la maduración ósea en relación a la maduración dental, para los varones y hembras respectivamente, se pudo constatar que en general, hubo una tendencia a que el tipo de maduración ósea coincidiera con el tipo de maduración dental, para ambos sexos.

Discusión

La secuencia de maduración de algunos huesos de la mano y la muñeca ha sido empleada para la estimación del BCP^{11,12,26,27}, de igual manera, se ha estudiado la posibilidad

de que el grado de madurez de determinados dientes en desarrollo durante el brote^{9,10,14,15,38-41}, sea útil en la valoración del mismo, debido a que regularmente se dispone de radiografías panorámicas dentro de la historia clínica del paciente, lo que vendría a disminuir el número de radiografías por individuo y en consecuencia la dosis de radiación recibida por éste.

Cuando se investigaron las diferencias de medias entre las edades cronológica, dental y ósea en las que se observaron los estadios de osificación que indican las etapas del BCP; se evidenció que las edades en las cuales las hembras presentan dichos estadios son menores que las de los varones, lo que coincide con investigaciones anteriores, en las cuales se señala que el sexo femenino tiene un desarrollo

más temprano, al compararlo con el masculino^{9,11,14,15,17,40}. Las diferencias de medias de las edades cronológica, dental y ósea encontradas entre varones y hembras, en relación a las fases de mineralización dentaria del CA, 2PM, y 2M inferiores izquierdos, permitieron conocer que las mismas tuvieron una tendencia a ser mayores en los varones que en las hembras, corroborando que las últimas presentan las fases de mineralización a menores edades que los varones, como se ha reportado en otros estudios^{34,36,47,48}. Sin embargo, la mayoría de las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas, por lo que no se pudo evidenciar un real dimorfismo sexual.

En cuanto a la relación entre los estadios de osificación que indican el BCP y las fases de mineralización del CA, pudo observarse que en los varones la tendencia en aquellos estadios que anteceden el BCP, fue que los individuos presentaran la fase G, mientras que durante el PVM y el término del brote, se encontraron en la H, lo que concuerda con los trabajos de Moraes y col.¹⁴, Krailasiris y col.¹⁵ y Uysal y col.³⁸ quienes señalaron en su estudio que la mayoría de los sujetos que alcanzaron el pico y término del brote, tenían la raíz formada. En relación a Coutinho y col.⁹, la presente investigación coincide con lo relatado por el autor, en cuanto a que durante el estadio 4 (evento 6) los individuos mostraron la fase G y que al término del BCP evidenciaron la fase H. En contraposición con nuestros resultados, Valverde y col.¹⁰, Hareesha y Chaitana⁴⁰ y Toledo y Otaño⁴¹ encontraron que la fase G del CA estuvo asociada al PVM, pero a semejanza de nuestro trabajo, los sujetos terminaron el BCP en fase H.

En los estadios previos al brote, las hembras presentaron en el CA una tendencia a mostrar la fase F, en el pico la fase G y al finalizar el BCP la fase H. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Moraes y col.¹⁴,

Valverde y col.¹⁰ y Toledo y Otaño⁴¹ quienes afirmaron que la fase F se observó en los sujetos que aún no estaban en el brote, la fase G en el PVM y la fase H al término del mismo, a diferencia de lo señalado por Krailasiris y col.¹⁵ quienes reportaron que durante el PVM, los sujetos alcanzaron en el CA la fase H. En relación a Coutinho y col.⁹, el presente trabajo coincide con lo reportado por el autor, en que se observó la fase G durante el PVM y la H en aquellos estadios que denotan la fusión de las epífisis con sus diáfisis.

En el 2PM, los varones mostraron las fases E y F en aquellos estadios que anteceden el BCP, al inicio del brote los dientes se distribuyeron entre las fases F y G, en el pico mostraron la fase G, y al término la fase H, a diferencia de Moraes y col.¹⁴ quienes encontraron en los varones de su muestra que el CA tuvo un cierre apical durante el PVM y el término del BCP. Con respecto a Krailasiris y col.¹⁵ y Toledo y Otaño⁴¹ los autores observaron una distribución porcentual más homogénea en las fases de mineralización con relación a las etapas del brote, que las del presente estudio. En las hembras el 2PM mostró antes, al inicio del BCP y en el pico la fase F, y al finalizar la fase H, en contraste con lo reportado por Moraes y col.¹⁴ y Krailasiris y col.¹⁵, los cuales observaron el 2PM con un desarrollo más atrasado que en las niñas de nuestro trabajo, durante los estadios que anteceden al brote y al inicio del mismo, sin embargo, existe coincidencia con lo reportado por estos autores para el PVM y el término del brote.

En el 2M los varones presentaron la fase G al inicio y pico del BCP, mientras que al término del mismo se observó la fase H. En este sentido, los individuos del sexo masculino de los estudios de Moraes y col.¹⁴, Krailasiris y col.¹⁵ y Uysal y col.³⁸, presentaron fases más atrasadas durante las mismas etapas del brote, que los de la presente investigación. Por su

parte, las hembras evidenciaron en este diente, la fase F al inicio del BCP, la fase G en el PVM y la H al finalizar el mismo, encontrándose de esta manera adelantadas con respecto a las niñas de los trabajos precitados.

En general, las fases que anteceden a la G, pueden indicar que el individuo se encuentra en los estadios anteriores al BCP, según la distribución de los porcentajes obtenidos, en cuanto que el cierre apical es indicativo del término del brote, en concordancia con lo señalado por otros autores^{9,14,15}. El PVC tuvo una tendencia a estar asociado a la G. Aunque se evidencia que conforme los individuos avanzan en la curva de crecimiento de acuerdo con los estadios de osificación planteados por el método de Grave-Brown⁷, y el desarrollo dental acompaña esta evolución, varios estadios y sus eventos correspondientes pueden relacionarse con una fase, por lo que resulta difícil asociar una fase determinada a una etapa del brote en particular, en especial cuando se trata de eventos transitorios entre un estadio y otro.

A pesar de que existen estudios donde se ha descrito la débil relación entre la maduración ósea y dental⁴²⁻⁴⁴, cuando se investigó la distribución de los porcentajes de maduración ósea con respecto a los de maduración dental se observó que para ambos sexos, el tipo de maduración sigue una tendencia similar, mostrando que ambos indicadores muestran un patrón de desarrollo semejante, cuando se trata de un individuo en particular.

Las diferencias entre los resultados obtenidos en esta investigación con los presentados en otros estudios, en cuanto a la distribución de las fases de mineralización en relación

con los estadios de osificación, pueden deberse a los métodos empleados para determinar el brote, el tratamiento estadístico utilizado en cada estudio, así como a características poblacionales asociadas a aspectos étnicos y ambientales que tienen influencia en el desarrollo. Cabe destacar que el hecho de que en la presente muestra, no hubiera individuos que presentaran algunos de los estadios de osificación, también pudo limitar la obtención de una distribución más homogénea de los porcentajes de las fases de mineralización. Considerando lo anteriormente expuesto, la valoración de las fases de mineralización dental de los dientes estudiados, solo debe ser empleada como herramienta inicial para estimar el brote y requiere ser complementada, con otro método radiográfico rutinariamente empleado para ello.

Conclusiones

En este estudio se evidenció que las hembras presentaron un desarrollo esquelético y dental más avanzado que los varones. En cuanto a la relación entre los estadios de osificación de la mano y la muñeca que indican el BCP y las fases de mineralización de los dientes estudiados, se observó una tendencia a que los estadios que preceden al brote se asociaran a las fases anteriores a la G, el pico estuvo relacionado con la fase G y el término con la H, para ambos sexos. A pesar de ello, se recomienda utilizar la valoración del brote mediante el desarrollo dental observado en radiografías panorámicas, como herramienta inicial de monitoreo.

Referencias

1. Millán M. Evaluación del crecimiento. Arch Venez Puer Ped. 2002 nov; 65(Supl 3): S35-S7.
2. Muñoz M. Pubertad normal y sus variantes. Pediatr Integral. 2003 ago-sep; VII(6): 429-37.
3. Bernal N, Arias M. Indicadores de maduración esquelética. CES Odontol. 2007 ene-jun 20(1); 59-68.
4. Millán M, Sileo E. Pubertad. Arch Venez Puer Ped. 2002 nov; 65(Supl 3): S38-S45.
5. López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M. La antropometría en el estudio del crecimiento y desarrollo físico. Experiencia venezolana. Rev Esp Nutr Comunitaria. 2002; 9(3): 128-36.
6. Pérez A, Prieto M. Trastornos de la pubertad. Bol Pediatr. 2006; 46(Supl 2): 265-72.
7. Grave K, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. Am J Orthod. 1976 jun; 6: 611-9.
8. Moore RN, Moyer B, Dubois LM. Skeletal maturation and craniofacial growth. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1990 jul; 98(1): 33-40.
9. Coutinho S, Buschang P, Miranda F. Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1993 sep; 104: 262-8
10. Valverde R, Adriaola M, Meneses A. Correlación entre estadios de calcificación de caninos y segundas premolares mandibulares con la curva de crecimiento puberal maxilar y mandibular. Rev Estomatol Herediana. 2004 ene-dic; 14(1-2): 12-7.
11. Ramos O, Meneses A. Evaluación de los estadios de maduración esquelética según Fishman en niños de 8 a 16 años de edad del distrito de Tambo de Mora-Chincha. Rev Estomatol Herediana. 2005 ene-jun; 15(1): 5-10.
12. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. Am J Orthod. 1982 oct; 82(4): 299- 309.
13. Chertkrow S, Fatti P. The relationship between tooth mineralization and early radiographic evidence of the ulnar sesamoid. Angle Orthod. 1979 oct; 49: 282-8.
14. Moraes M, Medici Filho E, Moraes L. Surto de crescimento puberal. Relação entre mineralização dentaria, idade cronológica, idade dentaria e idade óssea-método radiográfico. Rev Odontol UNESP. 1998 jan-jun; 27(1): 111-29.
15. Krailasiris S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. Angle Orthod. 2002 apr; 72: 155-66.
16. Fishman L. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method bases on hand-wrist film. Angle Orthodont. 1982 apr; 52(2): 88-111.
17. Uysal T, Ramoglu S, Basciftci F, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of cervical vertebrae and hand and wrist: Is ther a relationship? Am J Orthod Dentof Orthop. 2006 nov; 130(5): 622-8.
18. Caldas M, Ambrosano M, Haiter F. New formula to objectively evaluate skeletal maturation using lateral cephalometric radiographs. Braz Oral Res. 2007 oct-dec; 21(4): 330-5.
19. Greulich W, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. California (USA): Standford University Press; 1959. 272 p.
20. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein NH. Assessment of skeletal maturation and prediction of adult height (TW3 method). Third edition. Oxford (United Kingdom): Saunders WB; 2001. 110 p.

21. Kim H, Song H, Shyham A, Heon S, Unnikrishnan R, Song S. Skeletal age in idiopathic short stature: an analytical study by the TW3 method, Greulich and Pyle method. *Indian J Orthop.* 2010 jul-sep; 44(3): 322-6.
22. Proos L, Lünnerholm T, Johnsson B, Tuvemot T. Can the TW3 bone age determination method provide additional criteria for growth hormone treatment in adopted girls with early puberty? A comparison of the Tanner-Whitehouse 3 method with the Greulich-Pyle and the Tanner-Whitehouse 2 methods. *Horm Res Paediatr.* 2010 jan; 73(1): 35-40.
23. Schmeling A, Geserick G, Reisinger W, Olze A. Age estimation. *Forensic Sci Int.* 2007 jan; 165(2-3): 178-81.
24. Büken B, Safak A, Yazici B, Büken E, Mayda A. Is the assessment of bone age by Greulich-Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish Children? *Forensic Sci Int.* 2007 dec; 173(2-3): 146-53.
25. FUNDACREDESA. Atlas de maduración ósea del venezolano. Caracas: Ministerio de Salud y Desarrollo Social; 2003. 237p.
26. Soeginarto B, Cunningham S, Moles D. Skeletal maturation in Indonesian and white children assessed. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 aug; 134(2): 217-26.
27. Ortega A, Espina-Ferreira A, Ferreira M, Barrios F, Ferreira J. Evaluación del brote de crecimiento puberal, mediante el método de Grave y Brown, en un grupo de jóvenes de la ciudad de Maracaibo, estado Zulia. *Ciencia Odontológica.* 2009 jul-dic; 6(2): 116-27.
28. Hägg U, Taranger J. Dental development assessed by tooth counts and its correlation to somatic development during puberty. *Eur J Orthod.* 1984 feb; 6(1): 55-64.
29. Nadler G. Earlier dental maturation: fact or fiction. *Angle Orthod.* 1998 dec; 68(6): 535-8.
30. Cardoso H. Differential sensitivity in growth and development of dental and skeletal tissue to environmental quality. *Arqui Med.* 2007 jan; 21(1): 19-23.
31. Nolla C. The development of permanent teeth. *J Dent Child.* 1960; 254-66.
32. Moorrees C, Fanning E, Hunt E. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res.* 1963 nov-dec; 42: 1490-502.
33. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Ann Hum Biol.* 1973 may; 45: 211-27.
34. Liversidge H, Chaillet N, Mörnstad H, Nyström M, Rowlings K, Taylor J, Willens G. Timing of Demirjian's tooth formation stages. *Ann Hum Biol.* 2006 jul-aug; 33(4): 454-70.
35. Nik-Hussein N, Kee K, Gan P. Validity of Demirjian and Willens methods for dental age estimation for Malaysian children age 5-15 years old. *Forensic Sci Int.* 2011 jan; 204(1-3): 208.e1-208.e6.
36. Feijó G, Barbería E, De Nova J, Prieto J. Permanent teeth development in a Spanish sample. Application to dental age estimation. *Forensic Sci Int.* 2012 jan; 214(1-3): 213.e1-213.e6.
37. Sierra A. Assessment of dental and skeletal maturity. A new approach. *Angle Orthod.* 1987 jul; 57(3): 194-208.
38. Uysal T, Sari Z, Ramoglu S, Basciftci F. Relationship between dental and skeletal maturity in Turkish children. *Angle Orthod.* 2004 oct; 74: 657-64.
39. Al Hadlaq A, Hashim H, Al-Dosari M, Al-Hamad A. Interrelationship between dental maturity, skeletal maturity and chronological age in Saudi male children. *Egyptian Dent J.* 2008; 54(1). Disponible en: Repository.ksu.edu.sa/jspui/handle/123456789/3921. [Consultada en 27/06/2009]
40. Hareesha K, Chaitana N. Co-relationship between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *J Int Oral Health.* 2010 Oct; 2(3): 41-8.

41. Toledo G, Otaño R. Concordancia entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación dental. *Rev Cub Estomatol.* 2010; 47(2): 207-14.
42. Lewis A, Garn S. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod.* 1960 apr; 30(2): 70-7.
43. Lewis A. Comparisons between dental and skeletal ages. *Angle Orthod.* 1991 jun; 61(2): 87-92.
44. Demirjian A, Buschang P, Tanguay R, Patterson K. Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *Am J Orthod nov.* 1985; 88(5): 433-8
45. Eto L, Mazziere E. Avaliação da correlação entre os estágios de mineralização dos dentes inferiores e a idade esquelética observados sob o gráfico de crescimento puberal. *R Dental Press Ortodon ortop Facial.* 2005 mar-abr; 10(2): 75-86.
46. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Disponible en: <http://www.wma.net/s/policy/pdf/17c.pdf>. [Consultada en 27/06/2009].
47. Leurs I, Wattel E, Aartman I, Ety E, Prah-Andersen B. Dental age in Dutch children. *Eur J Orthod.* 2005 jun; 27(3): 309-14.
48. Bagherian A, Sadeghi M. Assessment of dental maturity of children aged 3.5 to 13.5 year using the Demirjian method in an Iranian population. *J Oral Sci.* 2011 mar; 55(1): 37-42.