

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Estomatología IV (Profilaxis, Odontopediatría y Ortodoncia)

Trabajo fin de Máster. Máster Ciencias Odontológicas.



**RELACIÓN ENTRE MADURACIÓN VERTEBRAL Y EDAD
DENTAL EN UNA MUESTRA DE PACIENTES ORTODÓNCICOS
PEDIÁTRICOS**

Isabel Tarjuelo Amor

Tutora: Prof. Dra. Paloma Planells del Pozo

MADRID, JUNIO 2011

AGRADECIMIENTOS:

A todos los que me han ayudado en la elaboración de este trabajo, especialmente a mi familia y a Nacho.

A la profesora Paloma Planells, que me abrió las puertas de la Facultad de Odontología de la UCM aceptando ser mi tutora para realizar el Máster de Ciencias Odontológicas. Ella me ha ofrecido su dirección y consejo para poder llevar a cabo este proyecto que marcará sin duda mi futuro profesional.

A la doctora Margarita Varela, por su tiempo y ayuda en la elaboración de este trabajo, por todo lo que me ha enseñado, por los tres años que compartí con ella por los cuales me siento tremendamente afortunada, y por tener siempre la puerta abierta a sus alumnos.

A la doctora Isabel del Cura, por su apoyo metodológico y estadístico sin el cual no hubiese sido posible la realización de este trabajo, por su desinteresada ayuda y por sacar siempre tiempo a pesar de no tenerlo, mil veces gracias.

Al doctor Alberto Cacho, por su tiempo dedicado en la supervisión de este trabajo así como por su aportación en el análisis estadístico de los datos.

A mis compañeros de postgrado, por el inicio de este proyecto, por vuestro apoyo y por todo el tiempo compartido.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	4
2.- HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	10
3.- OBJETIVOS.....	12
3.1 <i>General</i>	13
3.2 <i>Específicos</i>	13
4.- MATERIAL Y MÉTODO.....	14
4.1 <i>Diseño</i>	15
4.2 <i>Ámbito</i>	15
4.2.1 <i>Criterios de inclusión</i>	15
4.2.2 <i>Criterios de exclusión</i>	16
4.3 <i>Muestra</i>	16
4.4 <i>Muestreo</i>	16
4.5 <i>Variables que se evalúan</i>	17
4.6 <i>Análisis estadístico</i>	29
4.7 <i>Limitaciones del estudio</i>	29
4.8 <i>Aspectos éticos y legales</i>	30
5.- RESULTADOS.....	31
6.- DISCUSIÓN.....	46
7.-CONCLUSIONES.....	52
8.-BIBLIOGRAFÍA.....	54

1.- INTRODUCCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo del ser humano no ocurre de forma continua y uniforme sino que pasa por distintos periodos de aceleración y deceleración. Por este motivo, la evaluación del desarrollo es una parte fundamental para el diagnóstico y planificación del tratamiento de las maloclusiones (a partir de ahora MO) y deformaciones dentofaciales (en adelante DDF) de los pacientes pediátricos.

Las diferencias existentes en el crecimiento de pacientes con edades cronológicas similares han llevado a la búsqueda de distintos métodos de valoración del desarrollo y la maduración.

Durante años para evaluar el crecimiento y desarrollo se han utilizado parámetros como el peso, la altura, la edad cronológica, la aparición de los caracteres sexuales secundarios, y el desarrollo dental y óseo.¹ En este sentido, la maduración ósea se ha considerado el mejor índice porque permite calcular en un momento determinado el grado de madurez del individuo, reflejando fielmente si se encuentra atrasado o adelantado con respecto a la edad cronológica, ya que en definitiva, al final del proceso todos los individuos alcanzarán el mismo grado de maduración.^{2, 3} Para determinar el grado de madurez, el método empleado es la radiografía. Se han realizado registros radiográficos de distintas estructuras anatómicas como el hombro, el pie, la rodilla, la muñeca y las vértebras cervicales tratando de hallar la más adecuada y fiable con esta finalidad.^{2, 4} Durante mucho tiempo la radiografía de muñeca ha sido el método más aceptado por la mayoría de los investigadores para determinar la edad ósea.⁵⁻⁸

Para el tratamiento de las MO y DDF es fundamental conocer el grado de maduración esquelética del paciente para evaluar el momento idóneo de comenzar los procedimientos terapéuticos. Aunque, como hemos dicho, la radiografía de muñeca se ha venido utilizando como registro de elección para valorar la maduración esquelética. Supone un incremento de exposición a la radiación que podría evitarse.

En los últimos años se ha propuesto la telerradiografía lateral de cráneo como alternativa a la radiografía de muñeca.

La telerradiografía es un registro que se realiza de forma habitual para el diagnóstico de las MO y DDF, y en ella se puede valorar el crecimiento en las vértebras cervicales.⁵ Esta radiografía se puede aprovechar con una finalidad adicional al trazado cefalométrico, lo que comportaría la doble ventaja de reducir la radiación y los costes económicos añadidos.

Todo ello ha aumentado el interés por este método de valoración del crecimiento entre los profesionales implicados en el tratamiento de las MO y DDF.

Knutsson en 1961, describió la forma en que crecen las vértebras en sentido vertical y horizontal a lo largo del desarrollo.^{2,9} Desde entonces se han realizado numerosos estudios que han tratado de correlacionar los cambios que se producen en las vértebras cervicales y los núcleos de osificación que se observan en la mano para poder evaluar la edad ósea, considerando ambas radiografías, telerradiografía y radiografía de muñeca, igualmente fiables.^{2,5,10-19}

El primero de estos estudios lo llevó a cabo Lamparski¹⁰ en 1972, estableciendo unos estadios evolutivos desde la 2ª a la 6ª vértebras cervicales para niños y niñas de entre 10 y 15 años de edad. Este autor realizó también radiografías de muñeca y comparó la osificación de ambas estructuras.^{5,12} Una de las conclusiones del trabajo fue que la valoración de la edad vertebral en la telerradiografía es fiable y válida siendo clínicamente tan útil como la valoración esquelética realizada en la radiografía de la muñeca.

Otro hallazgo de esta investigación, reseñado por Mourelle⁸ fue que los indicadores de maduración vertebral de niños y niñas son iguales, aunque en las niñas cada estadio de desarrollo se produce de manera más precoz.^{8,10} La autora destaca también del trabajo de Lamparski, que los indicadores de madurez de las vértebras son dos: el primero el inicio y desarrollo de una concavidad en el borde inferior del cuerpo vertebral y el segundo un incremento de la altura vertical total anterior del cuerpo que produce un cambio de forma la cual pasa de rectangular a cuadrangular.^{8,10}

Sato en 1987,²⁰ encontró una gran correlación entre los cambios de la longitud de los huesos de la mano y las modificaciones morfológicas de las vértebras.⁸

En el mismo año Moscoso et al²¹ realizan un trabajo que les llevó a concluir que la determinación de la edad ósea es un factor clave para establecer el pronóstico de los tratamientos de ortodoncia dado que existen diferencias demostradas entre las edades cronológica y ósea. Estos autores también defienden que la radiografía de la columna cervical puede reemplazar de manera segura a la radiografía de muñeca durante las etapas de crecimiento puberal, siendo la maduración dos años más precoz en el caso de las niñas.⁸

O'Reilly y Yanniello¹¹ en 1988, a partir de los datos e imágenes que elaboró Lamparski, desarrollan un esquema clínicamente muy útil sólo para niñas con el cual estudian la relación entre la maduración vertebral cervical y los cambios en el crecimiento mandibular.^{5, 12} Dicho estudio se realizó en 13 telerradiografías laterales de cráneo de niñas caucásicas entre 9 y 15 años de edad. Y condujo a establecer 6 estadios de desarrollo identificables por las formas de las vértebras cervicales.²

Caltabiano et al²² en 1990, publicaron un trabajo en el que hallaron una relación estadísticamente significativa entre la maduración de las vértebras cervicales y la edad ósea evaluada en la radiografía de muñeca tanto para niños como para niñas. No obstante, la relación entre la maduración de las vértebras cervicales y la edad cronológica sólo fue significativa en niñas. Lo mismo sucedió en cuanto a la relación entre la maduración vertebral y el desarrollo dentario.²

En 1994 Vilar Martínez y cols,¹² llevaron a cabo un estudio en niñas de entre 8,6 y 13,9 años de edad y comprobaron que existía una correlación significativa entre la maduración ósea observada en las vértebras y los huesos de la muñeca, por lo cual concluyeron también que la telerradiografía puede considerarse un método fiable de evaluación del crecimiento.^{8, 12}

Hassel y Farman¹³ en 1995, desarrollaron un nuevo índice de valoración de maduración vertebral, centrado en la 2ª, 3ª y 4ª vértebras cervicales. Este índice presentaba la ventaja de que dichas vértebras pueden observarse siempre en la telerradiografía lateral de cráneo incluso si el individuo lleva un collar protector

tiroideo durante la exposición a la radiación. Estos autores comprobaron que existía cierto paralelismo entre la maduración de los huesos de la muñeca y las vértebras, de manera que cada estadio de desarrollo de estas últimas se correspondía con dos estadios de maduración de aquellos.^{2, 13}

Franchi et al ²³ en el año 2000, corroboran también la validez de la edad ósea determinada por las vértebras como indicador de madurez ósea. En un estudio en el cual relacionaron los seis estadios descritos por Lamparski con el crecimiento mandibular y la altura corporal. En este trabajo se emplearon los estadios descritos por Lamparski para niñas aplicándolo en toda la muestra.⁵

Cinco años más tarde, Baccetti et al ²⁴ desarrollan un nuevo método de valoración de la maduración vertebral cervical (CVM) evaluando desde la 2ª a la 4ª vértebras cervicales, como habían sugerido anteriormente Hassel y Farman ¹³. Así establecieron esquemáticamente unos estadios fácilmente identificables en la telerradiografía lateral de cráneo. En este método se relacionan también estos estadios madurativos con el crecimiento mandibular y con el momento óptimo para tratar las maloclusiones en los planos sagital, transversal y vertical, lo que tiene una gran importancia en la práctica clínica de la ortodoncia.

Por otro lado, como hemos expuesto anteriormente, los estadios madurativos dentarios también se han utilizado como parámetro para evaluar el crecimiento. Los estadios de calcificación de los gérmenes dentarios son más fiables que su aparición clínica, que puede verse afectada por distintos factores externos. En realidad, la aparición de un diente es un suceso momentáneo muy difícil de determinar en el instante exacto en que se produce, mientras que la calcificación es un proceso continuo que podemos observar de manera permanente mediante radiografías.⁸

La correlación entre los estadios de calcificación dentaria y la maduración esquelética se han estudiado previamente ²⁵⁻²⁸ y aunque los resultados han sido muy dispares, sí parece existir relación entre el desarrollo óseo y la maduración de algunos dientes. ² Así, Garn et al ²⁹, encontraron una sutil correlación entre el desarrollo esquelético y el del tercer molar. Al igual que Engström et al ³⁰ que

comunicaron una estrecha correlación entre el estadio de calcificación del tercer molar inferior, el desarrollo esquelético y la edad cronológica.

Uysal et al ³¹ en una muestra de niños turcos encontraron que la formación radicular completa del canino y el primer premolar puede considerarse como indicador de madurez del pico de crecimiento puberal con el mismo grado de confianza que otros indicadores utilizados en la radiografía de mano.

En el estudio de Sierra ³² se apreció que la mineralización del canino mandibular tiene una mayor correlación con los estadios de osificación que otros dientes.

Sin embargo hay que señalar que otros estudios han demostrado una escasa correlación entre la mineralización dentaria y otros parámetros del desarrollo.^{33, 34}

Existen distintos métodos de valoración del desarrollo dental, como los de Nolla ³⁵, Moorees et al ³⁶, Hägg y Matsson ³⁷ -que compararon la precisión de tres métodos de valoración- y el de Demirjian et al. ³⁸ De todos los existentes los sistemas más utilizados son el de Nolla ³⁵ y el de Demirjian ³⁸. En nuestro estudio hemos empleado el de Demirjian, que establece 8 estadios de mineralización -de la A a la H- en función del grado de formación del diente. ³⁸

Aunque se han realizado estudios comparativos entre la madurez esquelética y la edad dental, no son muy numerosos los trabajos publicados que hayan comparado el método CVM de Baccetti y de Demirjian. En el año 2010 se publicaron dos investigaciones ^{1, 39} en las cuales se comparaban la relación entre la maduración vertebral y la edad dental y en ambos se concluyó la existencia de una correlación positiva. Esta hipótesis ha sido apoyada también por otros autores utilizando otros métodos de valoración. ^{1, 39- 41}

El objetivo de este trabajo es valorar si existe relación entre la maduración vertebral evaluada con el método CVM de Baccetti y la edad dental valorada con el método de Demirjian, en una muestra de niños españoles de raza caucásica.

2.- HIPÓTESIS DE TRABAJO

2.- HIPÓTESIS DE TRABAJO

Existe relación entre el estadio de maduración de las vértebras cervicales evaluado en la telerradiografía lateral de cráneo y el grado de calcificación dentaria observado en la ortopantomografía en pacientes en crecimiento.

3.- OBJETIVOS

3.-OBJETIVOS

3.1 General

El objetivo principal de este estudio es analizar si existe relación entre el grado de maduración vertebral y la edad dental en una muestra de pacientes ortodóncicos de raza caucásica en crecimiento.

3.2 Específicos

3.2.1 Evaluar si existe relación entre la edad dental y cronológica.

3.2.2 Estudiar si existen variaciones en dichas relaciones en función del sexo.

4.- MATERIAL Y MÉTODO

4.- MATERIAL Y MÉTODO

4.1 Diseño

Se ha realizado un estudio descriptivo transversal, en el que se ha examinado la relación entre diferentes variables en una población definida en un momento de tiempo determinado.

4.2 Ámbito

La investigación se ha realizado conjuntamente en el Departamento de Estomatología IV de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense y en la Unidad de Ortodoncia de la Fundación Jiménez Díaz, un Hospital General Universitario de la Comunidad de Madrid con actividad asistencial, docente y de investigación.

La población de estudio fueron aquellos pacientes de la Unidad de Ortodoncia de la Fundación Jiménez Díaz estudiados para el diagnóstico de una MO o DDF desde el 1/1/2005 al 31/03/2011 y de los que se dispusiese en su historia clínica de registros radiográficos en formato digital.

4.2.1 Criterios de inclusión

- Pacientes de raza caucásica que acuden a la Unidad de Ortodoncia de la Fundación Jiménez Díaz.
- Edad comprendida entre 6 y 16 años.
- Disponibilidad de registros radiográficos en formato digital y óptima calidad realizados en un único centro radiológico especializado en diagnóstico buco-facial de reconocido prestigio.

4.2.2 Criterios de exclusión

Se excluyeron de la muestra los pacientes que presentaban:

- Algún síndrome o enfermedad sistémica.
- Anomalías dentarias de número, forma y posición (excluyendo la agenesia de terceros molares).
- Tratamiento de ortodoncia previo.
- Extracciones dentarias.
- Patología de las vértebras cervicales.

4.3 Muestra

Se revisaron 464 historias clínicas de la Unidad de Ortodoncia de la Fundación Jiménez Díaz, seleccionándose para el estudio 182 pacientes que cumplían los criterios de inclusión.

El tamaño muestral se calculó para estimar un coeficiente de correlación, considerando en el contraste de hipótesis que el coeficiente calculado es distinto de cero y tomando como r el valor encontrado en la literatura de un $r = 0,81$; un alfa $= 0,05$ y una potencia del 80%.

Se aplicó la fórmula para el cálculo del tamaño muestral y se estimaron un 20% de pérdidas, dando $N'' = 145 / (1 - 0,20) = 145 / 0,8 = 181,25$, aproximamos a 182 $N = 182$.

4.4 Muestreo

Para la selección de la muestra se llevó a cabo un muestreo sistemático. Con un programa de números aleatorios (Epidat para análisis epidemiológicos versión 3.0) se seleccionó la primera historia clínica de inicio, y se calculó una $k = 5$, revisándose cada cinco historias una hasta completar el tamaño total de la muestra.

4.5 Variables que se evalúan

- Edad: desde fecha de nacimiento a fecha de la prueba de imagen.
- Sexo: 1:masculino; 2:femenino.
- Estadio de maduración de vértebras cervicales (según Baccetti)²⁴ (Fig. 1):
 - CS1:** los bordes inferiores de la 2ª, 3ª y 4ª vértebras cervicales (en adelante C2, C3, C4) son planos. C3 y C4 presentan el cuerpo en forma trapezoidal.
 - CS2:** aparece una concavidad en el borde inferior de C2. C3 y C4 presentan forma trapezoidal.
 - CS3:** concavidad ya presente en bordes inferiores de C2 y C3. La morfología del cuerpo vertebral de C3 y C4 puede ser trapezoidal o rectangular horizontal.
 - CS4:** La concavidad del borde inferior aparece ya en C2, C3 y C4. Los cuerpos de C3 y C4 tienen forma rectangular horizontal.
 - CS5:** concavidad en borde inferior de C2, C3 y C4. Al menos C3 y C4 presentan una forma cuadrada, en todo caso es rectangular horizontal el cuerpo de solo una de ellas.
 - CS6:** concavidad evidente en borde inferior de C2, C3 y C4. Por lo menos C3 o C4 tienen forma rectangular vertical. En todo caso, la vértebra que no presenta esa forma debe ser ya cuadrada.
- Estadios de calcificación dentaria de Demirjian et al³⁸ (Fig.2) de los siete dientes mandibulares inferiores izquierdos, excluyendo los cordales. No se tomaron los maxilares por la superposición de las estructuras calcificadas en esta zona ya que no siempre se puede ver con claridad el grado de desarrollo de las piezas dentarias.
 - A:** Cúspides calcificadas pero no fusionadas.

B: Cúspides ya unidas delimitando el contorno de la cara oclusal.

C: Esmalte completamente formado en la cara oclusal. Comienza a formarse la dentina, contorno de la cámara pulpar curvo.

D: Formación de la corona completa hasta unión amelocementaria. La cámara pulpar en los dientes unirradiculares es curva, siendo cóncava hacia cervical. En los molares la cámara pulpar tiene forma trapezoidal. Los cuernos pulpares empiezan a diferenciarse. Se aprecia cierta formación radicular.

E: Las paredes de la cámara pulpar son rectas y los cuernos pulpares están más diferenciados. La longitud radicular es menor que la de la corona. En los molares la bifurcación radicular ya es apreciable.

F: Las paredes de la cámara pulpar tienen forma de triángulo isósceles. El ápice presenta forma de embudo. La longitud radicular es igual o mayor a la coronal. En los molares ya se diferencian claramente las dos raíces con el ápice en forma de embudo.

G: Las paredes de las raíces son paralelas y el ápice se encuentra parcialmente abierto (raíz distal en molares).

H: Ápices completamente cerrados, incluso la raíz distal de los molares. El tejido periodontal es uniforme alrededor del diente y rodea las raíces y ápices.

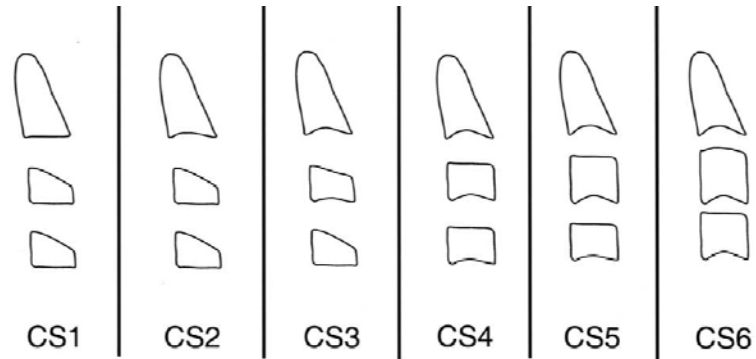


Fig.1 Representación esquemática de los estadios de maduración vertebral según método modificado de Baccetti²⁴

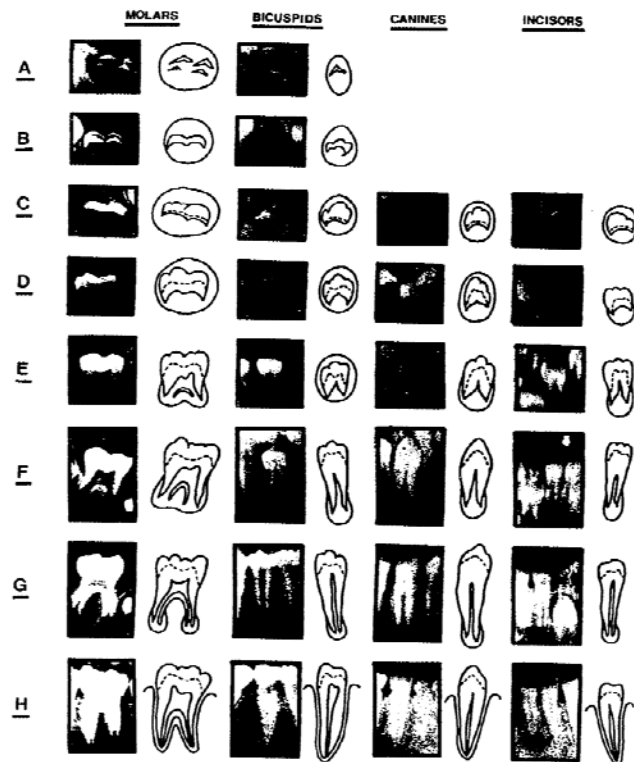
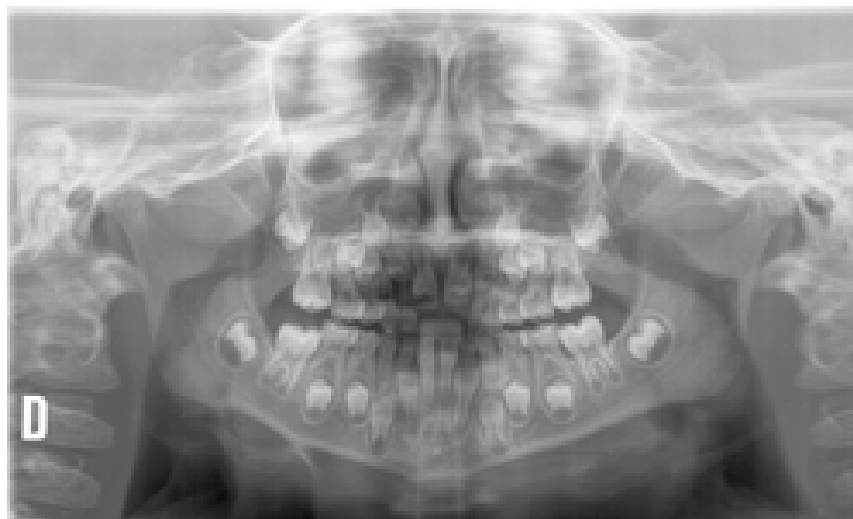
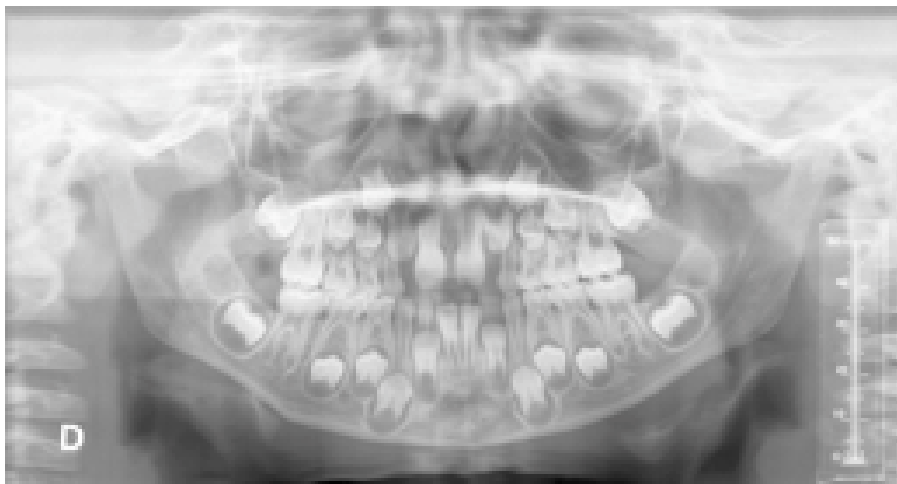


Fig. 2. Estadios de calcificación de la dentición permanente. Esquema original de Demirjian et al³⁸

Radiografías evaluadas en un paciente en estadio vertebral CS1.



Radiografías evaluadas en un paciente en estadio vertebral CS2.



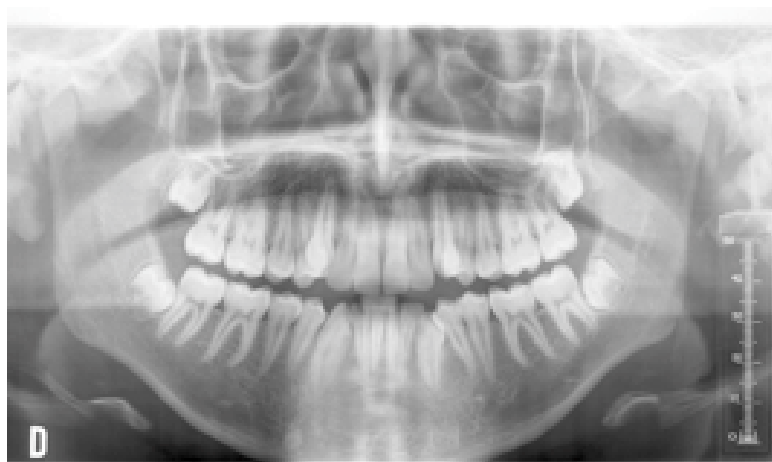
Radiografías evaluadas en un paciente en estadio vertebral CS3.



Radiografías evaluadas en un paciente en estadio vertebral CS4.



Radiografías evaluadas en un paciente en estadio vertebral CS5.



Radiografías evaluadas en un paciente en estadio vertebral CS6.



Una vez recogidos los datos de los estadios de desarrollo dentario, maduración vertebral, sexo y edad cronológica, se emplearon las tablas de Demirjian para determinar la edad dental de cada paciente y compararla así con la edad cronológica. Dichas tablas fueron elaboradas en 1973 por Demirjian et al.³⁸ y en ellas se da una puntuación a cada tipo de diente en función de su grado de mineralización y el sexo del individuo. La suma de los diferentes puntos obtenidos en los siete dientes evaluados da un valor de madurez, que se puede trasladar directamente a la edad dental con ayuda de otras tablas. Cuanto menor es la suma de puntos, menor es la edad dental y viceversa. (Tablas 1, 2 y 3)

*Self-Weighted Scores for Dental Stages
7 Teeth (Mandibular Left Side)*

Boys									
Tooth	Stage								
	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0.0	2.1	3.5	5.9	10.1	12.5	13.2	13.6	15.4
M ₁				0.0	8.0	9.6	12.3	17.0	19.3
PM ₂	0.0	1.7	3.1	5.4	9.7	12.0	12.8	13.2	14.4
PM ₁			0.0	3.4	7.0	11.0	12.3	12.7	13.5
C				0.0	3.5	7.9	10.0	11.0	11.9
I ₂				0.0	3.2	5.2	7.8	11.7	13.7
I ₁					0.0	1.9	4.1	8.2	11.8

Girls									
Tooth	Stage								
	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0.0	2.7	3.9	6.9	11.1	13.5	14.2	14.5	15.6
M ₁				0.0	4.5	6.2	9.0	14.0	16.2
PM ₂	0.0	1.8	3.4	6.5	10.6	12.7	13.5	13.8	14.6
PM ₁			0.0	3.7	7.5	11.8	13.1	13.4	14.1
C				0.0	3.8	7.3	10.3	11.6	12.4
I ₂				0.0	3.2	5.6	8.0	12.2	14.2
I ₁					0.0	2.4	5.1	9.3	12.9

NB: Stage 0 is no calcification

Tabla 1. Puntuaciones según estadio dentario y sexo de los 7 dientes mandibulares izquierdos según Demirjian et al.³⁸

Conversion of Maturity Score to Dental Age (7 Teeth)

Age	Score	Age	Score	Age	Score	Age	Score
Boys							
3.0	12.4	7.0	46.7	11.0	92.0	15.0	97.6
.1	12.9	.1	48.3	.1	92.2	.1	97.7
.2	13.5	.2	50.0	.2	92.5	.2	97.8
.3	14.0	.3	52.0	.3	92.7	.3	97.8
.4	14.5	.4	54.3	.4	92.9	.4	97.9
.5	15.0	.5	56.8	.5	93.1	.5	98.0
.6	15.6	.6	59.6	.6	93.3	.6	98.1
.7	16.2	.7	62.5	.7	93.5	.7	98.2
.8	17.0	.8	66.0	.8	93.7	.8	98.2
.9	17.6	.9	69.0	.9	93.9	.9	98.3
4.0	18.2	8.0	71.6	12.0	94.0	16.0	98.4
.1	18.9	.1	73.5	.1	94.2		
.2	19.7	.2	75.1	.2	94.4		
.3	20.4	.3	76.4	.3	94.5		
.4	21.0	.4	77.7	.4	94.6		
.5	21.7	.5	79.0	.5	94.8		
.6	22.4	.6	80.2	.6	95.0		
.7	23.1	.7	81.2	.7	95.1		
.8	23.8	.8	82.0	.8	95.2		
.9	24.6	.9	82.8	.9	95.4		
5.0	25.4	9.0	83.6	13.0	95.6		
.1	26.2	.1	84.3	.1	95.7		
.2	27.0	.2	85.0	.2	95.8		
.3	27.8	.3	85.6	.3	95.9		
.4	28.6	.4	86.2	.4	96.0		
.5	29.5	.5	86.7	.5	96.1		
.6	30.3	.6	87.2	.6	96.2		
.7	31.1	.7	87.7	.7	96.3		
.8	31.8	.8	88.2	.8	96.4		
.9	32.6	.9	88.6	.9	96.5		
6.0	33.6	10.0	89.0	14.0	96.6		
.1	34.7	.1	89.3	.1	96.7		
.2	35.8	.2	89.7	.2	96.8		
.3	36.9	.3	90.0	.3	96.9		
.4	38.0	.4	90.3	.4	97.0		
.5	39.2	.5	90.6	.5	97.1		
.6	40.6	.6	91.0	.6	97.2		
.7	42.0	.7	91.3	.7	97.3		
.8	43.6	.8	91.6	.8	97.4		
.9	45.1	.9	91.8	.9	97.5		

Tabla 2. Conversión de la puntuación de maduración a edad dental para niños según Demirjian et al. ³⁸

*Conversion of Maturity Score to Dental
Age 7 Teeth (Mandibular Left Side)*

Age	Score	Age	Score	Age	Score	Age	Score
Girls							
3.0	13.7	7.0	51.0	11.0	94.5	15.0	99.2
.1	14.4	.1	52.9	.1	94.7	.1	99.3
.2	15.1	.2	55.5	.2	94.9	.2	99.4
.3	15.8	.3	57.8	.3	95.1	.3	99.4
.4	16.6	.4	61.0	.4	95.3	.4	99.5
.5	17.3	.5	65.0	.5	95.4	.5	99.6
.6	18.0	.6	68.0	.6	95.6	.6	99.6
.7	18.8	.7	71.8	.7	95.8	.7	99.7
.8	19.5	.8	75.0	.8	96.0	.8	99.8
.9	20.3	.9	77.0	.9	96.2	.9	99.9
4.0	21.0	8.0	78.8	12.0	96.3	16.0	100.0
.1	21.8	.1	80.2	.1	96.4		
.2	22.5	.2	81.2	.2	96.5		
.3	23.2	.3	82.2	.3	96.6		
.4	24.0	.4	83.1	.4	96.7		
.5	24.8	.5	84.0	.5	96.8		
.6	25.6	.6	84.8	.6	96.9		
.7	26.4	.7	85.3	.7	97.0		
.8	27.2	.8	86.1	.8	97.1		
.9	28.0	.9	86.7	.9	97.2		
5.0	28.9	9.0	87.2	13.0	97.3		
.1	29.7	.1	87.8	.1	97.4		
.2	30.5	.2	88.3	.2	97.5		
.3	31.3	.3	88.8	.3	97.6		
.4	32.1	.4	89.3	.4	97.7		
.5	33.0	.5	89.8	.5	97.8		
.6	34.0	.6	90.2	.6	98.0		
.7	35.0	.7	90.7	.7	98.1		
.8	36.0	.8	91.1	.8	98.2		
.9	37.0	.9	91.4	.9	98.3		
6.0	38.0	10.0	91.8	14.0	98.3		
.1	39.1	.1	92.1	.1	98.4		
.2	40.2	.2	92.3	.2	98.5		
.3	41.3	.3	92.6	.3	98.6		
.4	42.5	.4	92.9	.4	98.7		
.5	43.9	.5	93.2	.5	98.8		
.6	45.2	.6	93.5	.6	98.9		
.7	46.7	.7	93.7	.7	99.0		
.8	48.0	.8	94.0	.8	99.1		
.9	49.5	.9	94.2	.9	99.1		

Tabla 3. Conversión de la puntuación de maduración a edad dental para niñas según Demirjian et al.³⁸

Los datos se recogieron entre Noviembre de 2010 y Marzo de 2011 en una ficha como la que se reproduce en la tabla 4.

Nº	Sexo	Est. Vertebral	Est. IC	PUNT. IC	Est. IL	PUNT. IL	Est. C	PUNT. C	Est. 1 PM	PUNT. 1PM	Est. 2PM	PUNT. 2PM	Est. 1M	PUNT. 1M	Est. 2M	PUNT. 2M	Total Puntos	E. Dental	E. Cronológica

Tabla 4. Ficha de recogida de datos

4.6 Análisis estadístico

Se han descrito las variables cualitativas -sexo y estadios de calcificación dentaria- con frecuencias y porcentajes.

Para las variables cuantitativas –edad cronológica y edad dental -se calculó la media y su desviación estándar clasificada por sexo.

Se ha estudiado si existe correlación entre la edad cronológica y la edad dental con el coeficiente de correlación de Persson -para niños y niñas por separado así como para el grupo completo- y con un análisis de regresión lineal simple. La asociación entre la calcificación dentaria y la maduración vertebral se ha estudiado con el coeficiente de correlación de Spearman para cada uno de los dientes estudiados.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 14.0.

4.7 Limitaciones del estudio

- Variabilidad técnica radiológica: se ha reducido al mínimo ya que todas las radiografías seleccionadas habían sido realizadas en un mismo centro radiológico, con igual configuración y calibración con máximos estándares de calidad.

- Variabilidad interobservador: todas las radiografías han sido evaluadas en el mismo ordenador, por el mismo observador y en las mismas condiciones ambientales.

- Podría existir mayor concentración de pacientes de determinados grupos de edad correspondientes a aquellos en los que se realizan más consultas para la valoración de MO y DDF.

- Se han evaluado todas las variables antes de la edad cronológica para evitar prejuicio en la valoración de los estadios que esperaríamos encontrar.

4.8 Aspectos éticos y legales

Se ha elaborado una base de datos anonimizada respetando estrictamente la Ley Orgánica 15/1999 sobre la Protección de Datos en nuestro país (LOPD).

Asimismo, nuestro diseño también cumple los requisitos establecidos por el código ético de la Declaración de Helsinki.

Al tratarse de registros radiográficos sin identificación no ha sido necesario cumplimentar documentos de consentimiento informado. (Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de carácter personal y su reglamento 1720/2007)

5.- RESULTADOS

5.- RESULTADOS

De los 182 pacientes incluidos en el estudio, el 51,1% eran niños y el 48,9% niñas (gráfico 1). La media de edad cronológica fue de 9,90 años (2,19) con un rango 6-16 y la media de edad dental fue de 10,45 (2,16) con un rango 7-16 (tabla 5).

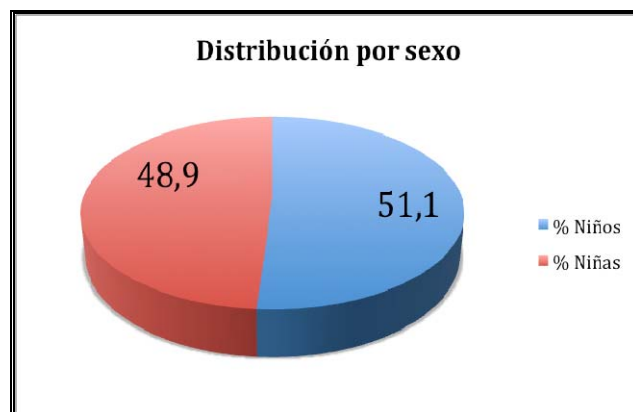
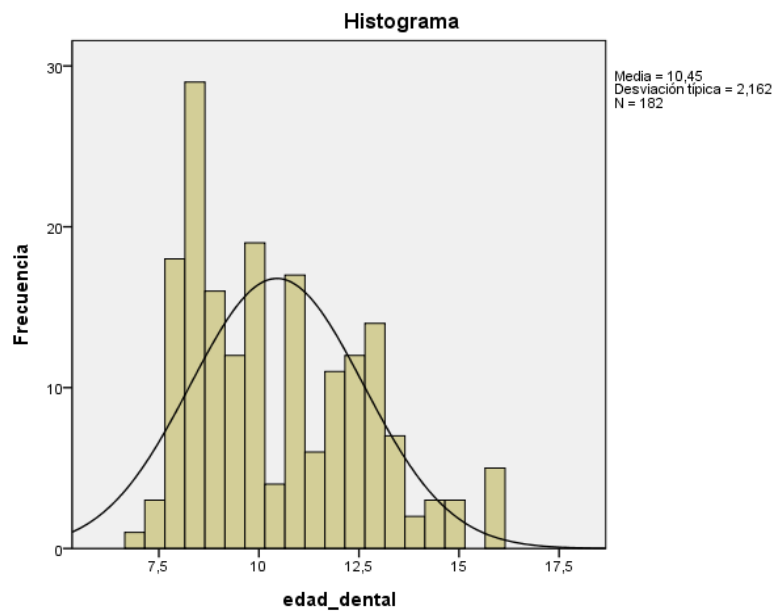
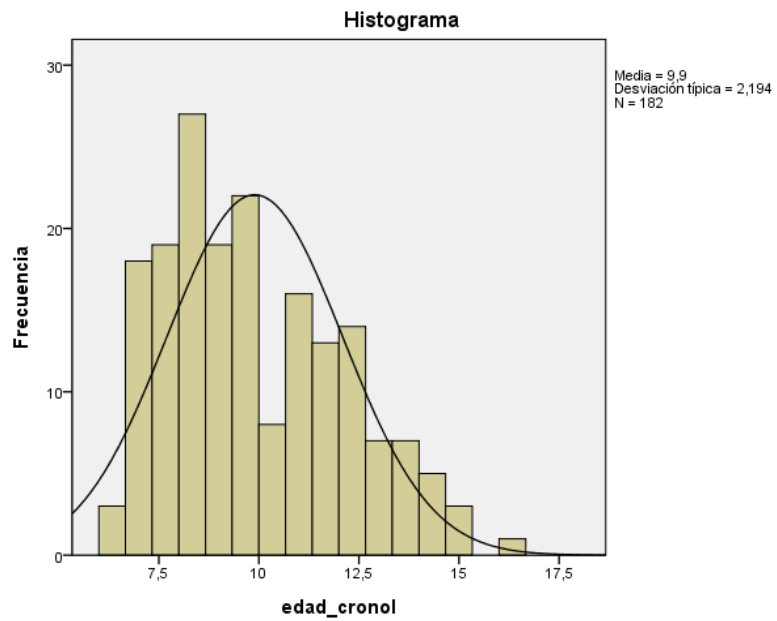


Gráfico 1. Distribución por sexo N=182

En los siguientes histogramas se representa la distribución de la muestra por edad cronológica y por edad dental.



En la tabla 5 se detalla la distribución por sexo de la media y desviación estándar de las edades cronológica y dental. Podemos observar que tanto la edad cronológica como la dental es mayor en niñas que en niños, aunque dichas diferencias no son estadísticamente significativas. En la figura 3 se representa la distribución por sexo de la edad cronológica y dental.

Tabla 5. Distribución por sexo de la media y desviación estándar de la edad cronológica y edad dental

	<i>EDAD DENTAL</i>	<i>EDAD CRONOLÓGICA</i>
<i>NIÑOS</i>	10,43 ± 1,99	9,88 ± 2,08
<i>NIÑAS</i>	10,47 ± 2,33	9,91 ± 2,31
<i>GRUPO COMPLETO</i>	10,45 ± 2,16	9,90 ± 2,19

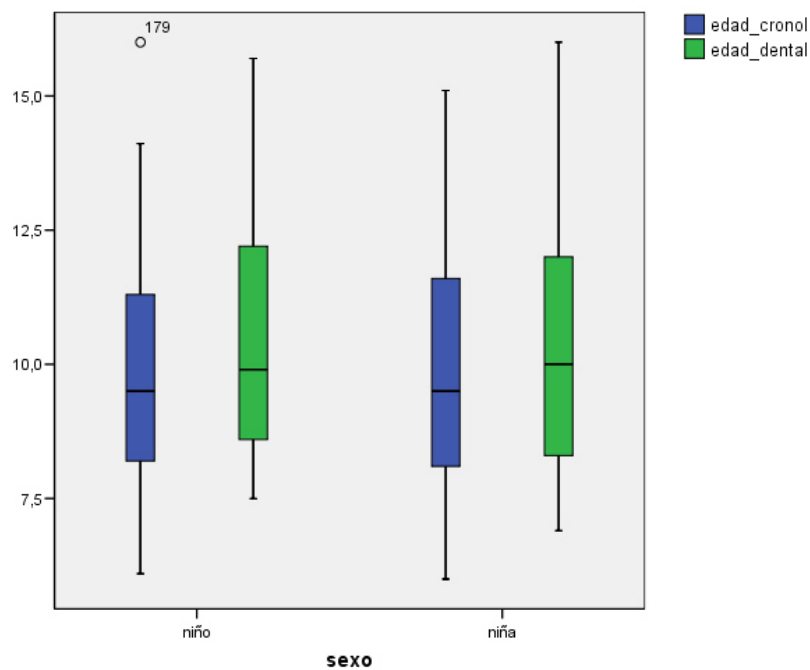


Figura 3. Edad cronológica y dental distribuidas por sexo.

Los estadios de calcificación dentaria distribuidos por sexo para cada diente se recogen en los gráficos 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f y 2g. Los incisivos centrales, laterales y primeros molares se encuentran más desarrollados que los caninos, ambos premolares y segundos molares, situación esperable teniendo en cuenta la media de edad de los pacientes de la muestra.

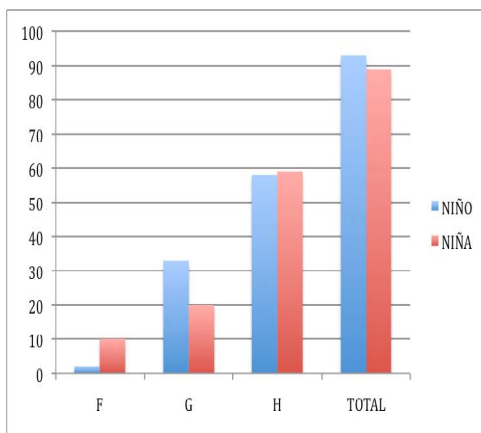


Gráfico 2a. Estadios calcificación por sexo para IC

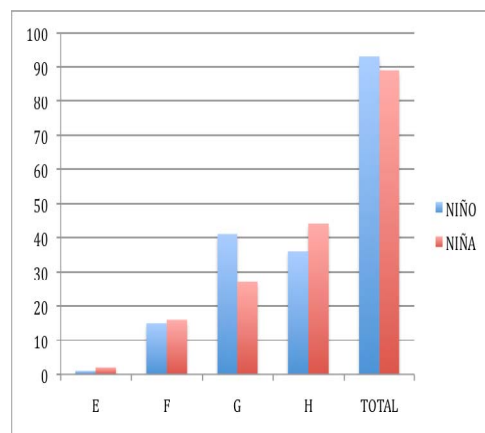


Gráfico 2b. Estadios calcificación por sexo para IL

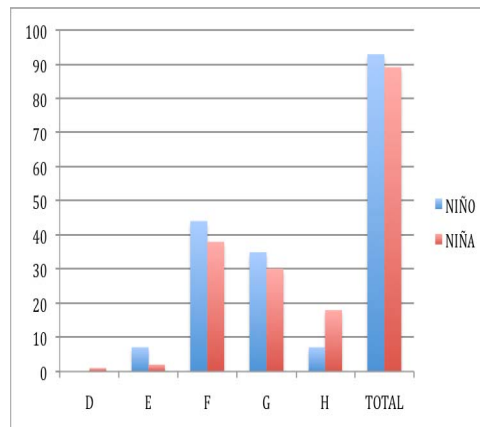


Gráfico 2c. Estadios de calcificación por sexo para C

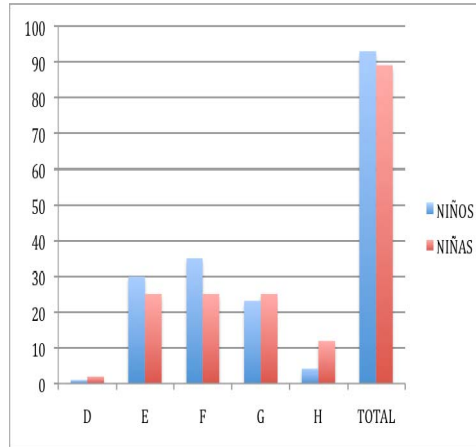


Gráfico 2d. Estadios calcificación por sexo para 1PM

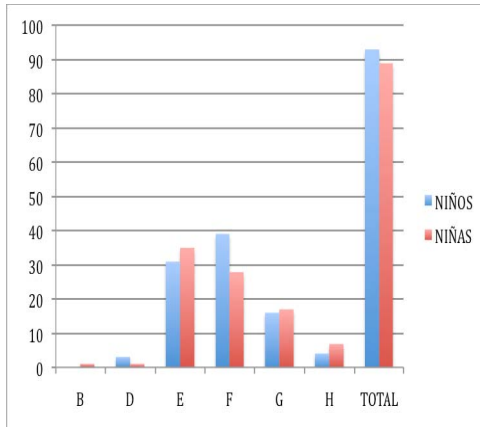


Gráfico 2e. Estadios calcificación por sexo para 2PM

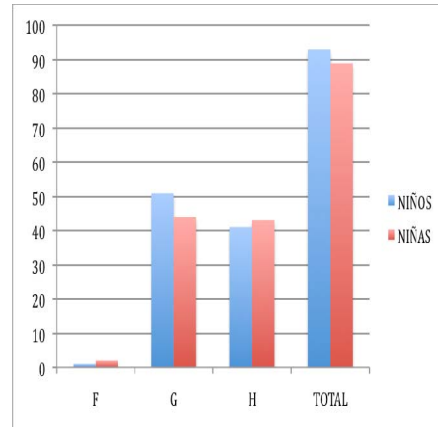


Gráfico 2f. Estadios calcificación por sexo para 1M

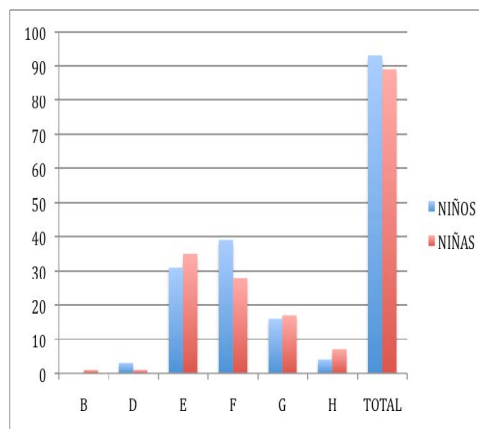


Gráfico 2g. Estadios calcificación por sexo para 2M

En las tablas 6a, 6b, 6c, 6d, 6e y 6f se representan los porcentajes de distribución de los estadios dentarios acordes al método de Demirjian distribuidos en cada estadio de desarrollo cervical (se ha omitido el estadio A dado que ningún diente evaluado se presentaba en ese grado de desarrollo).

Tabla 6a. Porcentaje de distribución de los estadios de calcificación dentaria en CS1.

Estadios dentarios	IC		IL		C		1PM		2PM		1M		2M	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	-	-	2,2	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	-
D	-	-	-	-	-	2,2	2,2	4,4	6,5	2,2	-	-	50,0	60,0
E	-	-	2,2	4,4	15,2	4,4	50,0	44,4	47,8	66,7	-	-	19,6	31,1
F	2,2	22,2	26,1	35,6	56,5	71,1	37,0	46,7	37,0	28,9	2,2	4,4	13,0	6,7
G	54,3	37,8	47,8	35,6	26,1	22,2	10,9	4,4	8,7	-	76,1	75,6	13,0	2,2
H	43,5	40,0	23,9	24,4	2,2	-	-	-	-	-	21,7	20,0	-	-

Tabla 6b. Porcentaje de distribución de los estadios de calcificación dentaria en CS2.

Estadios dentarios	IC		IL		C		1PM		2PM		1M		2M	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,0	37,5
E	-	-	-	-	-	-	28,0	62,5	32,0	62,5	-	-	12,0	25,0
F	4,0	-	12,0	-	56,0	62,5	40,0	12,5	48,0	37,5	-	-	16,0	12,5
G	24,0	25,0	56,0	75,0	40,0	25,0	32,0	12,5	20,0	-	52,0	75,0	28,0	12,5
H	72,0	75,0	32,0	25,0	4,0	12,5	-	12,5	-	-	48,0	25,0	-	-

Tabla 6c. Porcentaje de distribución de los estadios de calcificación dentaria en CS3.

Estadios dentarios	IC		IL		C		1PM		2PM		1M		2M	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,3	-
E	-	-	-	-	-	-	-	-	14,3	-	-	-	14,3	-
F	-	-	-	-	42,9	-	71,4	8,3	57,1	41,7	-	-	28,6	33,3
G	28,6	8,3	71,4	25,0	42,9	91,7	28,6	91,7	28,6	58,3	14,3	16,7	42,9	66,7
H	71,4	91,7	28,6	75,0	14,3	8,3	-	-	-	-	85,7	83,3	-	-

Tabla 6d. Porcentaje de distribución de los estadios de calcificación dentaria en CS4.

Estadios dentarios	IC		IL		C		1PM		2PM		1M		2M	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,1
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	10,0	11,1	30,0	22,2	60,0	55,6	-	-	10,0	22,2
G	-	-	-	11,1	70,0	11,1	70,0	44,4	40,0	33,3	20,0	22,2	30,0	55,6
H	100,0	100,0	100,0	88,9	20,0	77,8	-	33,3	-	11,1	80,0	77,8	60,0	11,1

Tabla 6e. Porcentaje de distribución de los estadios de calcificación dentaria en CS5.

Estadios dentarios	IC		IL		C		1PM		2PM		1M		2M	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-	-	20,0
G	-	-	-	-	100,0	40,0	-	60,0	-	40,0	-	-	-	40,0
H	100,0	100,0	100,0	100,0	-	60,0	100,0	40,0	100,0	40,0	100,0	100,0	100,0	40,0

Tabla 6f. Porcentaje de distribución de los estadios de calcificación dentaria en CS6.

Estadios dentarios	IC		IL		C		1PM		2PM		1M		2M	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-
G	-	-	-	10,0	50,0	40,0	25,0	40,0	25,0	50,0	-	-	-	80,0
H	100,0	100,0	100,0	90,0	50,0	60,0	75,0	60,0	75,0	40,0	100,0	100,0	100,0	20,0

En CS1 el estadio G fue el que observamos con mayor frecuencia en los primeros molares en ambos sexos (76,1% en niños y 75,6% en las niñas).

En CS2 el estadio H fue el más frecuente en el incisivo central en ambos sexos (75% de niños 72% en niñas). En CS3 ese mismo estadio H fue el más frecuente para el primer molar en ambos sexos (85,7% de los niños y en el 83,3% de las niñas). En el 91,7% de las niñas se observó el estadio G en los caninos y primeros premolares. En CS4 el 70% de los niños presentaba un estadio G en el canino y el 77,8% de las niñas un estadio H para el mismo diente. En los estadios CS5 y CS6 se vio que los niños presentaban un desarrollo dental un poco más adelantado, sobre todo en el caso del segundo molar: en CS5 los premolares y molares se encontraban completamente formados en los niños, mientras que solo el 40% de las niñas tenían el segundo molar en estadio H. Y en CS6 el 20% de las niñas tenía el segundo molar completamente formado, frente al 100% de los niños.

En la tabla 7a se representa la edad media cronológica y dental en cada uno de los estadios vertebrales para la muestra en conjunto. En la tabla 7b y figuras 4a y 4b, se observa la edad media cronológica y dental en cada uno de los estadios vertebrales por sexo. La media de la edad cronológica de las niñas es algo menor que la de los niños, apareciendo cada estadio en las niñas con unos meses de adelanto con respecto a los niños.

Tabla 7a. Media edad cronológica y dental en cada estadio vertebral.

<i>Estadios vertebrales</i>	<i>n</i>	<i>Media edad cronológica</i>	<i>Media edad dental</i>	<i>Diferencia</i>
1	91	8,60±1,37	9,20±1,41	0,60±0,91
2	33	9,53 ± 1,67	10,19±1,73	0,66±0,87
3	19	10,99 ±1,50	11,35±1,22	0,36±1,14
4	19	11,86±1,30	12,29±1,26	0,43±1,33
5	6	12,70±1,40	13,95±1,88	1,25±0,94
6	14	13,80 ±1,18	13,94±1,50	0,14±2,02

Tabla 7b. Distribución por sexo y edad de los estadios de maduración vertebral

<i>Estadios vertebrales</i>	<i>Sexo</i>	<i>n (%)</i>	<i>Media edad cronológica</i>	<i>Media edad dental</i>	<i>Diferencia</i>
1	NIÑOS	46 (49,5)	8,95 ±1,46	9,53± 1,53	0,58±1,01
	NIÑAS	45 (50,6)	8,25 ±1,18	8,87 ± 1,21	0,62 ±0,82
2	NIÑOS	25 (26,9)	9,72 ±1,72	10,34 ± 1,69	0,62 ±0,95
	NIÑAS	8 (9,0)	8,96 ±1,46	9,73± 1,88	0,77 ±0,58
3	NIÑOS	7 (7,5)	11,49 ±0,737	11,64±1,01	0,15 ±0,81
	NIÑAS	12 (13,5)	10,12 ±1,72	10,86±1,45	0,74 ±1,56
4	NIÑOS	10 (10,8)	12,42 ±1,24	12,33 ±0,90	-0,09 ± 1,11
	NIÑAS	9 (10,1)	11,23 ±1,09	12,26 ±1,62	1,03 ± 1,37
5	NIÑOS	1 (1,1)	13,60 ± -	14,70 ± -	1,1 ± -
	NIÑAS	5 (5,6)	12,52 ±1,48	13,80 ± 2,06	1,28 ±1,05
6	NIÑOS	4 (4,3)	13,90 ±1,65	14,75±1,32	0,85 ±1,89
	NIÑAS	10 (11,2)	13,76 ±1,05	13,61 ± 1,50	-0,15 ±2,09

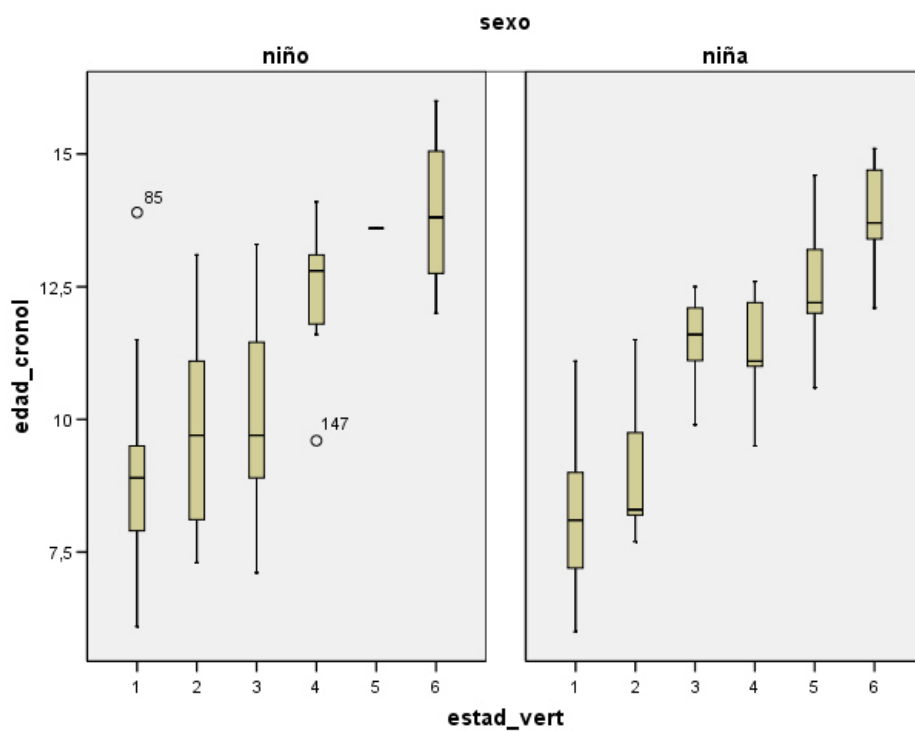


Figura 4a. Edad cronológica en relación con los estadios vertebrales distribuido por sexo.

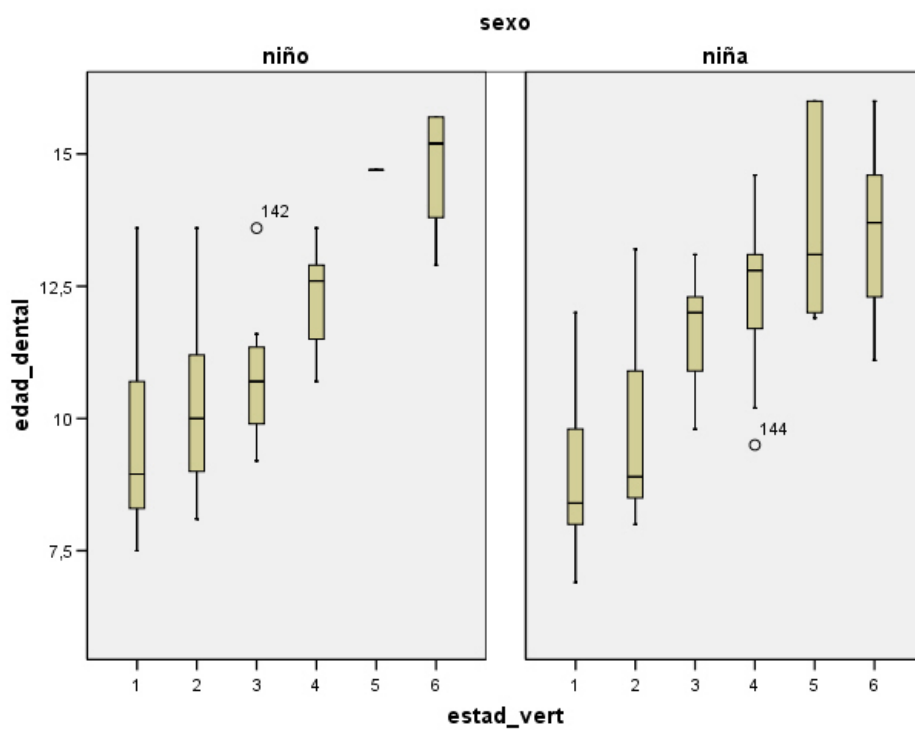


Figura 4b. Edad dental en relación con los estadios vertebrales distribuido por sexo.

La tabla 8 muestra los resultados del coeficiente de correlación de Spearman entre la maduración cervical y los estadios de maduración dental. Estos coeficientes de correlación se encuentran entre 0,413 y 0,784 para ambos sexos. El nivel de significación fue el mismo para todos los coeficientes ($P < 0,01$).

En niños el rango era de 0,413 a 0,573 y en niñas de 0,567 a 0,784. Para los niños, la secuencia de menor a mayor fue incisivo central, incisivo lateral, canino, segundo molar, segundo premolar, primer molar y primer premolar. Para las niñas dicha secuencia fue incisivo central, incisivo lateral, primer molar, canino, primer premolar, segundo molar y segundo premolar. Por tanto la correlación entre la maduración cervical y la maduración dental es estadísticamente significativa tanto para niños como para niñas, siendo más evidente en las niñas.

Tabla 8. Coeficientes correlación entre estadios de maduración vertebral y dental.

<i>Piezas dentarias</i>	<i>r niños</i>	<i>r niñas</i>
<i>IC</i>	0,413 **	0,567 **
<i>IL</i>	0,456 **	0,611 **
<i>C</i>	0,478 **	0,754 **
<i>1 PM</i>	0,573 **	0,769 **
<i>2 PM</i>	0,511 **	0,784 **
<i>1 M</i>	0,516 **	0,645 **
<i>2 M</i>	0,487 **	0,775 **

** nivel de significación 0,01

Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman entre la edad dental y la maduración vertebral para niñas y niños obteniendo un coeficiente de 0,782 y 0,566 respectivamente ($P < 0,01$). Se puso de manifiesto una correlación positiva en ambos sexos entre la edad dental y la maduración vertebral, es decir, a mayor edad dental mayor maduración vertebral y viceversa. Esta correlación entre edad dental y maduración vertebral es mayor en niñas que en niños.

Los coeficientes de correlación entre la edad cronológica y dental en todos los estadios cervicales están representados en la tabla 9. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para los niños y las niñas y para el grupo completo.

Tabla 9. Coeficientes de correlación entre edad cronológica y dental en todos los estadios cervicales.

<i>Estadios cervicales</i>	<i>NIÑOS (r)</i>	<i>NIÑAS (r)</i>	<i>TOTAL GRUPO</i>
1	0,773**	0,770**	0,785**
2	0,846**	0,972**	0,871**
3	0,666	0,614*	0,667**
4	0,511	0,549	0,456*
5	-	0,875	0,876*
6	0,201	-0,307	-0,112
<i>TOTAL</i>	0,858**	0,885**	0,873**

** nivel de significación 0,01

La edad cronológica y dental muestra una elevada correlación ($r = 0,85$ en niños y $r = 0,88$ en niñas; $p < 0,01$). Cuando se evalúa para cada estadio vertebral vemos que sólo existe correlación entre la edad cronológica y la edad dental en los estadios vertebrales CS1 y CS2 tanto en niñas como en niños como en ambos sexos juntos.

Se realizó un análisis de regresión lineal simple para estudiar la relación entre la edad cronológica y la edad dental obteniendo un valor de $R^2 = 0,76$, lo que expresaría que el 76% de la edad dental viene explicado por la edad cronológica. A partir de este modelo se ha calculado la recta de regresión cuya ecuación sería:
 $y = 1,942 + 0,86x$. (representada en los diagramas 5a y 5b)

Variables introducidas/eliminadas(b)			
Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	edad_cronol(a)	.	Introducir
a Todas las variables solicitadas introducidas			
b Variable dependiente: edad_dental			

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,873(a)	,761	,760	1,059
a Variables predictoras: (Constante), edad_cronol				

Coeficientes(a)						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	1,942	,364		5,340	,000
	edad_cronol	,860	,036	,873	23,960	,000
a Variable dependiente: edad_dental						

En las figuras 5a y 5b se observan los diagramas de dispersión por edades y sexo respectivamente. Vemos como existe una relación muy clara en edades inferiores a 10 años, y como en edades superiores esta relación es apenas apreciable.

Fig.5a. Diagrama dispersión edad cronológica- edad dental por edades cronológicas.

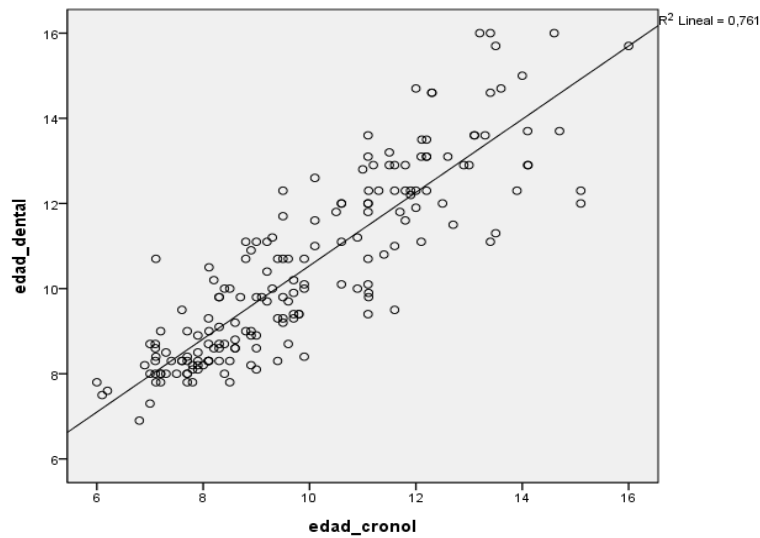
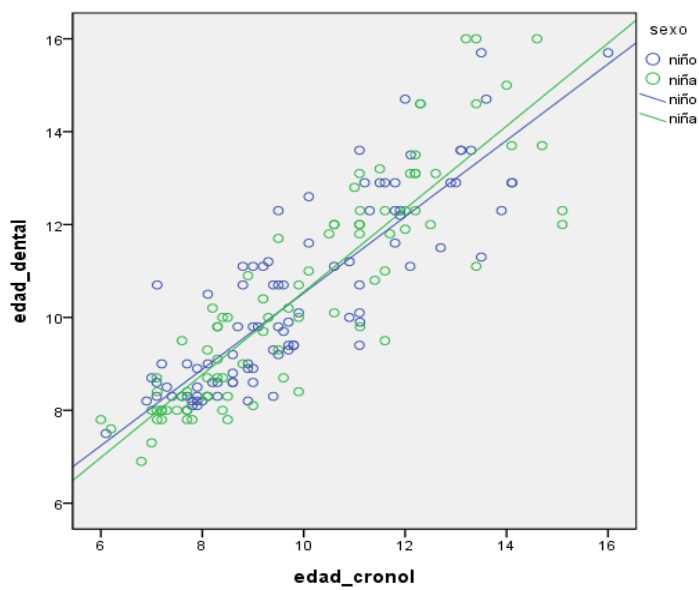


Fig 5b. Diagrama dispersión edad cronológica- edad dental por sexo.



6.- DISCUSIÓN

6.- DISCUSIÓN

En la mayoría de los artículos disponibles en la literatura encontramos que la madurez esquelética se ha valorado tradicionalmente con la radiografía de muñeca.^{4, 27, 30-32, 42}

En los últimos años el interés por la valoración de los estadios de maduración de las vértebras cervicales como índice de madurez individual ha aumentado^{2, 5, 10-19} y su validez ha sido confirmada por diversos autores.^{8, 10-13, 20-24}

Como hemos visto anteriormente, el método que propuso Baccetti²⁴ consiste en la evaluación visual de la morfología de tres vértebras cervicales (C2, C3, C4) en función de seis estadios de desarrollo preestablecidos. Según Jianwei et al¹ cuando en la telerradiografía las vértebras se presentan en CS1-CS2 el paciente se encuentra en un periodo de desarrollo anterior al pico de crecimiento, correspondiendo los estadios CS3-CS4 al momento en que se produce el máximo crecimiento puberal del individuo y los estadios CS5-CS6 aparecerían pasados este momento.¹

En nuestro trabajo la mayoría de los pacientes de la muestra se encontraban en estadios vertebrales CS1 y CS2, por tanto en un periodo de desarrollo anterior al pico de crecimiento. Al ser la edad media de la muestra 9,90 años es esperable encontrar estos estadios vertebrales.

La edad media cronológica de las niñas fue menor en cada estadio de maduración vertebral, indicando que la madurez en el sexo femenino se produce de manera más precoz, alcanzándose cada estadio vertebral antes que en el sexo masculino. Este resultado está en concordancia con los hallazgos de Coutinho et al⁴³ y Krailassiri et al⁴, que observaron que cada estadio de maduración cervical se producía unos seis meses antes en las niñas que en los niños.³⁹

Uysal et al ³¹ analizaron la edad cronológica media que coincidía con los distintos estadios de maduración esquelética. Comprobando que todos ellos se producían antes en las niñas a excepción de R_U.

Se han descrito diversos métodos para determinar la edad dental. Uno de los parámetros empleados ha sido observar el momento de la erupción del diente. Este sistema presenta una limitación y es la dificultad que supone situar exactamente el momento en que se produce la aparición del diente en la cavidad oral. Este momento que no es claro en condiciones normales puede estar además alterado por factores locales, sistémicos, hábitos nutricionales, etc. Por todo ello la fiabilidad de este método es cuestionable. Además la emergencia del diente tiene lugar en un momento puntual y la calcificación es un proceso que se está produciendo de manera continua.⁴⁰

En nuestro estudio, para valorar la maduración dentaria se eligió el método desarrollado por Demirjian et al. en 1973 ³⁸. Se trata de un sistema validado por numerosos investigadores ^{1, 4, 8, 28, 31, 39, 40, 41, 43} y está descrito para los siete dientes mandibulares izquierdos –excluyendo los terceros molares-. La evaluación por dicho método resulta clara y sencilla en las ortopantomografías y permite calcular la edad dental del paciente mediante unas tablas. Este método se basa en la valoración de la forma y longitud de la corona y la raíz del diente en formación y la proporción longitudinal entre ambas, por lo que la influencia de la proyección es mínima.³⁹

En la presente investigación se han evaluado los siete dientes mandibulares izquierdos -se han excluido los cordales- aunque en la mayor parte de los trabajos publicados se analizan sólo los caninos, premolares, segundo y tercer molar, debido a que estos dientes presentan su proceso de calcificación a la edad a la que generalmente se realizan los tratamientos de ortodoncia.²

En nuestro trabajo, para poder calcular la edad dental del paciente hemos analizado los siete dientes del tercer cuadrante a fin de poder hallar si existía o no una correlación entre la maduración vertebral y la edad dental de una manera global, no únicamente evaluando cada diente por separado.

Existe controversia entre los distintos autores sobre si existe o no una clara asociación entre la madurez dental y esquelética. Mientras algunos estudios sugieren que existe en mayor o menor medida cierta correlación ²⁹⁻³² otros indican lo contrario.^{25, 42} Esta discrepancia puede deberse a los distintos métodos de evaluación empleados, a los diferentes tamaños muestrales, rangos de edad, raza, situación socio-económica, población estudiada, y otros factores vinculados al diseño.^{32, 39}

En el presente trabajo se ha empleado la evaluación de los estadios de calcificación dentaria para determinar la madurez dental del individuo, mientras que la madurez esquelética se ha valorado a partir de las vértebras cervicales.

Se encontró una correlación estadísticamente significativa entre los estadios de calcificación de los dientes examinados y la maduración vertebral para ambos sexos, siendo mayor esta correlación para las niñas. El nivel de correlación fue distinto para cada diente, mostrando coeficientes mayores el primer premolar en los niños ($R=0,57$) y el segundo premolar en las niñas ($R=0,78$).

Por el contrario, Jianwei et al ¹ en un trabajo realizado en 302 pacientes de entre 8 y 16 años de edad, obtuvieron una baja correlación para el primer premolar en los niños ($R=0,46$).

Otros autores como Krailassiri et al ⁴ analizaron los estadios de formación de los caninos, premolares, segundo y tercer molar del tercer cuadrante comparándolo con la radiografía de muñeca de los pacientes y encontraron la mayor correlación en el segundo premolar en ambos sexos ($R=0,66$ en los niños y $R=0,69$ en las niñas). Sin embargo, se sabe que la relación de la madurez esquelética con la calcificación de este diente es incierta y controvertida. En este sentido Basaran et al ⁴⁰ también describen los coeficientes más bajos en el tercer molar. Por el contrario Vilar y cols ¹² en una muestra de 100 niñas, relacionaron C2, C3, C4 y C5 -mediante el diagrama de O'Reilly- con la maduración del tercer molar inferior y observaron que existía una correlación positiva.

En nuestro estudio los incisivos centrales y laterales fueron los que presentaron un menor coeficiente de correlación en ambos sexos. Esto puede deberse a que la edad media de los pacientes del estudio era 9,90 años y los incisivos a esta edad suelen

encontrarse completamente formados, lo que podría influir en que la relación con la maduración vertebral no fuese del todo concluyente.

En el estudio realizado en Polonia en 2010 por Rózylo- Kalinowska et al.³⁹ se analizaron los registros radiográficos de 718 pacientes con edades comprendidas de entre 6 y 17 años de edad. Entre los hallazgos encontrados destaca también la baja correlación con la maduración vertebral en el caso de los incisivos, presentando la mayor correlación, el segundo premolar en las niñas ($R= 0,59$) y el canino en los niños ($R=0,52$).

San Román² trató de relacionar la maduración de C3 y C4 con la calcificación del canino, premolares y segundo y tercer molar inferiores encontrando una correlación positiva cuando se analizaba individualmente con cada diente sin que fuera concluyente cuando el análisis se efectuaba de manera global.

Algunos autores^{32, 43} han señalado que la calcificación del canino presenta una correlación mayor con el nivel de madurez esquelética que otros dientes.³⁹ Así Coutinho et al⁴³ señalaron los estadios F, G y H de la formación radicular del canino inferior como indicadores de estadios de maduración esquelética en ambos sexos, señalando los momentos antes, durante y después del pico de crecimiento respectivamente.¹

También Uysal et al³¹ en su estudio sobre una muestra de niños turcos concluyeron que en el momento en el cual se completa la formación radicular del canino y primer premolar puede utilizarse como indicador del pico de crecimiento puberal con el mismo grado de confianza que otros indicadores que ofrece la radiografía de muñeca. Nuestros coeficientes de correlación para el canino fueron mayores en las niñas ($R=0,75$) que en los niños ($R=0,47$).

Mourelle,⁸ en su trabajo realizado en 203 pacientes de 2 a 9 años de edad, obtuvo un elevado índice de correlación (0,84) entre la maduración dental – en los primeros molares inferiores- y la edad cronológica.

En cuanto a la relación entre la edad cronológica y la edad dental, los resultados de nuestro trabajo muestran una mayor correlación en los estadios madurativos

vertebrales CS1 y CS2 tanto en niñas como en niños valorados independientemente como en ambos sexos en conjunto. En el estadio CS3 en las niñas y en ambos sexos en conjunto la correlación es significativa pero no lo es igualmente para el grupo de los niños evaluado por separado.

A partir del estadio CS4 y analizando la muestra globalmente se encuentra una correlación baja y cuando la muestra es distribuida por sexos no se observa correlación. Sin embargo, ello puede ser debido al tamaño de la muestra.

En todos los estadios cervicales considerados en conjunto se observa correlación entre edad cronológica y dental tanto en niñas como en niños aunque la significación es a expensas de los dos primeros estadios. Estos resultados parecen razonables teniendo en cuenta que 91 de los 182 pacientes estudiados se encontraban en los estadios CS1 y 33 en CS2, sólo seis pacientes estaban en un estadio vertebral CS5 y de estos seis, sólo uno era un varón, por lo que no fue posible calcular el coeficiente de correlación por falta de tamaño muestral.

La mayor relación entre la edad dental y la edad cronológica se encontró en CS2, tanto para niños como para niñas ($r=0,84$ y $r=0,97$ respectivamente).

Rózylo- Kalinowska et al ³⁹ también describen los coeficientes más bajos en CS2 en niñas y en CS5 para los niños, aunque esos resultados también podrían deberse a la distribución por edades de la muestra ya que de 718 pacientes estudiados sólo 15 estaban en un estadio vertebral CS5.

Por último cabe destacar que el relacionar la valoración de la maduración vertebral con el desarrollo dental debe tomarse como una herramienta más para realizar una evaluación aproximada del grado de madurez en que se presenta el individuo, pero no debe utilizarse como método único de valoración del desarrollo, mucho menos en aquellos pacientes con alteraciones endocrinas o congénitas o con otros signos o síntomas de alteraciones del desarrollo. La información que ofrecen estas valoraciones es relevante, complementándola con otros índices de maduración.^{31,32, 39}

7.- CONCLUSIONES

7.- CONCLUSIONES

- 1.- Se ha encontrado una correlación estadísticamente significativa entre la edad dental y la maduración vertebral en ambos sexos, siendo el coeficiente de correlación mayor en las niñas.
- 2.- Existe correlación estadísticamente significativa entre el grado de maduración vertebral y la calcificación dentaria. Esta correlación varía en función de cada diente, siendo mayor en el caso del segundo premolar inferior en las niñas y el primer premolar inferior en los niños. La más baja se da en incisivos para ambos sexos.
- 3.- Existe relación entre las edades cronológica y dental; siendo mayor en los estadios vertebrales CS1 y CS2. Sin embargo este hallazgo podría atribuirse a la concentración de pacientes en un determinado rango de edad en la muestra utilizada.
- 4.- En todos los dientes la correlación entre la maduración vertebral y el desarrollo dentario fue mayor en las niñas.
- 5.- En la muestra de pacientes estudiada cada estadio de maduración vertebral se produce antes en las niñas que en los niños.
- 6.- Según nuestro estudio, la valoración de los estadios de calcificación dentaria son útiles para realizar una primera evaluación del grado de maduración esquelética, siendo este método más fiable en las niñas.
- 7.- El presente estudio podría en investigaciones futuras plantearse realizando un muestreo estratificado por grupos de edad con un número similar de individuos en cada grupo en aras de corroborar las conclusiones encontradas en este trabajo de investigación.

8.- BIBLIOGRAFÍA

8. - BIBLIOGRAFÍA

1. - Jianwei C, Haikun H, Jing G, Zeping L, Renkai L, Fan L et al . Correlation between dental maturity and cervical vertebral maturity. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010; 110: 777-783.
- 2.- San Román P. Determinación radiológica de la maduración del paciente a partir del desarrollo de las vértebras cervicales en la telerradiografía lateral de cráneo y a partir del desarrollo dentario en la ortopantomografía. Tesis Doctoral. Madrid 1998.
- 3.- Sánchez Villares 1980. Pediatría Básica. Ed. Internacional de Ediciones. Madrid
- 4.- Krailassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationship between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in thai individuals. Angle Orthod 2002; 72:155-166.
- 5.- Carreño Carreño E, Carreño García J, Menéndez Nuñez M. Estudio comparativo de la maduración esquelética mediante radiografía de mano y de vértebras cervicales. Ortod Esp 2000;40(3): 125-137.
- 6.- Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. Angle Orthod 1966; vol 36: n°1: 44-54
- 7.- Grave KC, Brown T. Carpal radiographs in orthodontic treatment. Am J Orthod 1979; 75:27-45.
- 8.-Mourelle R. Correlación entre maduración dentaria e indicadores de crecimiento esquelético en pacientes odontopediátricos. Tesis Doctoral. Madrid 2004.
- 9.- Knutsson F. Growth and differentiation of the postnatal vertebra. Acta Radiol 1961; 55:401-8.

- 10.- Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. M.D.S. Thesis, University of Pittsburgh, 1972.
- 11.- O'Reilly MT, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae. A longitudinal cephalometric study. *Angle Orthod* 1988 April 58:179-184.
- 12.- Vilar Martínez MT, Casas Botellé F, Serra Majem L. Vértebras cervicales, radiología de la mano, y ortopantomografía. Correlación entre desarrollo óseo, vertebral y tercer molar. *Ortod Esp* 1994; 35:226-240.
- 13.- Hassel Brent BA, Farman Allan G BDS. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;107:58-66.
- 14.- Alkhal HA, Wong RW, Rabie AB. Correlation between chronological age, cervical vertebral maturation and Fishman's skeletal maturity indicators in southern chinese. *Angle Orthod* 2008 Jul; vol 78(4):591-596.
- 15.- San Román P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur J Orthod* 2002;24:303-311.
- 16.- Eddie Hsiang-Hua L, Jen-Pei L, Jenny Zwei- Chieng C, Shih- Jaw T, Chung-Chen JY, Mu- Hsiung C, et al. Radiographic assessment of skeletal maturation stages for orthodontic patients: hand-wrist bones or cervical vertebrae? *J Formos Med Assoc* 2008 April : vol 107(4):316-325.
- 17.- Wong RW, Alkhal HA, Rabie AB. Use of cervical vertebral maturation to determinate skeletal age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:484.e1-484.e6.
- 18.-Alkhal HA, Wong RW, Rabie AB. Elimination of hand-wrist radiographs for maturity assessment in children needing orthodontic therapy. *Skeletal Radiol* 2008;37:195-200.

- 19.- Caldas MP, Bovi Ambrosano GM, Haiter Neto F. New formula to objectively evaluate skeletal maturation using lateral cephalometric radiographs. *Braz Oral Res* 2007; 21(4):330-335.
- 20.-Sato K. A study of growth timing of mandibular length, body height, hand bones and cervical vertebrae during puberty. *Nippon Kyosei Shika Gakkai Zasshi*. 1987; 46:517-33.
21. -Moscoso M, Tenorio Gonzales J, Patiño CA. Importanza dello studio della colonna cervicale sulla teleradiografia latero-laterale per la determinazione dell' età scheletrica. *Odontoiatria Oggi* 1987; 4:211-21.
- 22.-Caltabiano M, Leonardi R, Zaborra G. Valutazione delle vertebre cervicali per la determinazione dell'età scheletrica. *Riv Ital Odontoiatr Infant* 1990; 1(3):15-20.
- 23.- Franchi L, Baccetti T, McNamara A. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000;118:335-340.
- 24.- Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod* 2005;11:119-129.
- 25.- Demisch S, Wartmann C. Calcification of mandibular third molar and its relationship to skeletal and chronological age in children. *Child Dev* 1956;27:459.473.
- 26.- Lamons FF, Gray SW. Study of the relationship between tooth eruption age, skeletal development age, and chronological age in sixty-one Atlanta children. *Am J Orthod* 1958;44:687-691.
- 27.- Green LJ. Interrelationship among height, weight and chronological, dental and skeletal age. *Angle Orthod* 1961;31:189-193.

- 28.- Sağlam AMS, Gazilerli Ü. The relationship between dental and skeletal maturity. *J Orofac Orthop* 2002;63:454-62.
- 29.-Garn SM, Lewis AB, Bonne B. Third molar formation and its development course. *Angle Orthod* 1962;32:270-276.
- 30.- Engström C, Engström H, Sagne S. Lower third molar development in relation to skeletal maturity and chronological age. *Angle Orthod* 1983;53:97-106.
- 31.- Uysal T, Sari Z, Ramoglu SI, Basciftci FA. Relationship between dental and skeletal maturity in turkish subjects. *Angle Orthod* 2004;74:657-664.
- 32.- Sierra AM. Assessment of dental and skeletal maturity. A new approach. *Angle Orthod* 1987 July 194-208.
- 33.- Anderson DL, Thompson GW, Popovitch F. Interrelationships of dental maturity, skeletal maturity, height and weight from age 4 to 14 years. *Growth* 1975; 39:453-462.
- 34.- Lewis AB, Garn SM. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod* 1960;30:70-77.
- 35.- Nolla C. The development of the permanent teeth. *ASDC J Dent Child* 1960;27:254-66.
- 36.- Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* 1963;42:1490-502.
37. - Hägg U, Matsson L. Dental maturity as an indicator of chronological age:the accuracy and precision of three methods. *Eur J Orthod* 1985;7; 25-34.
38. - Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol* 1973;45(2):211-227.

39. - Rózyło- Kalinowska I, Kolasa-Raczka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in polish children. *Eur J Orthod* Advance Access published 2010 June 17.
- 40.- Basaran G, Özer T, Hamamci N. Cervical vertebral and dental maturity in turkish subjects. *Am J Orthod* 2007;131:447.e13-447.e20.
- 41.- Mourelle R, Barbería E, Gallardo N, Lucavechi T. Correlation between dental maturation and bone growth markers in paediatric patients. *Eur J Paediatr Dent* 2008: 23-29.
- 42.- Demirjian A, Buschang P.H, Tanguay R, Patterson K. Interrelationship among measures of somatic, skeletal, dental and sexual maturity. *Am J Orthod* 1985;88:433-438.
- 43.- Coutinho S, Buschang PH, Miranda F. Relationship between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993; 104:262-268.