



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

**CORRELACIÓN DEL MÉTODO DE
BACCETTI DE MADURACIÓN
ESQUELÉTICA CON LOS ESTADÍOS DE
CALCIFICACIÓN DENTARIA
UTILIZANDO EL MÉTODO DE
DEMIRJIAN EN PACIENTES DE AMBOS
SEXOS DE 9 A 17 AÑOS DE EDAD EN EL
SERVICIO DE ORTODONCIA DE LA
UPCH EN LIMA-PERÚ EL AÑO 2016**

**Tesis para optar el Título de Especialista en
Ortodoncia y Ortopedia Maxilar**

César Raúl Mauricio Vilchez

Lima – Perú

2018

ASESOR

Dr. Esp. Abraham Meneses López

Departamento Académico del Niño y el Adolescente

JURADO EXAMINADOR

Presidente : Mg. Esp. Milushka Quezada Márquez
Secretario : Esp. Aldo Quiñe Ángeles
Miembro : Esp. Diana Becerra Núñez

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 8 de Mayo del 2018

CALIFICATIVO : Aprobado

DEDICATORIA

A mis padres quienes me apoyaron en todo momento para continuar con mis objetivos personales y profesionales.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por su infinito amor y apoyo espiritual.
- A mi padre Franco Raúl y mi madre Luzmila por su apoyo incondicional.
- A Alexandra, por ser mi compañera incondicional en todo este tiempo de preparación juntos en la especialidad.
- A mi asesor, por su paciencia y guía en la elaboración de la presente investigación.
- A mis jurados, por su amabilidad y guía en la culminación de la presente investigación.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la correlación que existe entre el método de Baccetti de maduración esquelética con los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian en pacientes de ambos sexos de 9 a 17 años de edad en el Servicio de Ortodoncia de la UPCH en Lima-Perú el año 2016. **Materiales y métodos:** La muestra se obtuvo de radiografías panorámicas y laterales de 200 sujetos (116 mujeres y 84 hombres) con edades entre 9 a 17 años. La calcificación de los dientes de los caninos, primeros y segundos premolares, primeros y segundos molares mandibulares izquierdos se evaluaron usando el método de Demirjian y la maduración esquelética de las vértebras cervicales usando el método de Baccetti. El coeficiente de correlación de Spearman se utilizó para evaluar la relación entre la maduración de las vértebras cervicales y la calcificación dentaria. **Resultados:** Existe una alta correlación entre el método de Baccetti de maduración de las vértebras cervicales con los estadios de calcificación dentaria que oscilan entre $r=0.635$ a 0.774 para los hombres y entre $r=0.677$ a 0.784 para las mujeres ($P < 0.001$), siendo el segundo molar inferior el que tuvo la correlación más alta ($r=0.774$ en varones) y el segundo premolar inferior ($r=0.784$ en mujeres). **Conclusiones:** Los estadios de calcificación dentaria pueden ser usados como un indicador fiable de la maduración esquelética.

PALABRAS CLAVE: Calcificación de dientes, vértebras cervicales, método de Demirjian, método de Baccetti, radiografía panorámica, cefalometría.

ABSTRACT

Objective: To determine the correlation between the method of Baccetti of skeletal maturation with the stages of tooth calcification using the method of Demirjian in subjects of both sexes from 9 to 17 years old in the Department of Orthodontics of the UPCH in Lima-Perú in 2016. **Methods:** The samples were derived from dental panoramic and lateral cephalometric radiographs of 200 subjects (116 women and 84 men) with ages ranging from 9 to 17 years. Calcification of the mandibular canines, first and second premolars, first and second molars was rated according to the method of Demirjian and skeletal maturity of the cervical vertebral using the method of Baccetti. The Spearman correlation coefficient was used to evaluate the relationship between the maturation of the cervical vertebral and dental calcification. **Results:** There was a high correlation between the method of Baccetti of the cervical vertebrae with the dental calcification stages ranged from $r=0.635$ to 0.774 for males and $r=0.677$ to 0.784 for females ($P < 0.001$), with a higher correlation with the lower second molar ($r=0.774$ for males) and lower second premolar ($r=0.784$ for females). **Conclusions:** Dental calcification stages can be used as a reliable indicator of skeletal maturation.

KEYWORDS: Tooth calcification, cervical vertebrae, method of Demirjian, method of Baccetti, panoramic radiography, cephalometry.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1a. Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según sexo.	39
Tabla 1b. Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras Cervicales con el método de Baccetti según edad.	42
Tabla 2a. Distribución de los estadios de calcificación dentaria de la hemiarcada Inferior izquierda con el método de Demirjian según sexo.	45
Tabla 2b. Distribución de los estadios de calcificación dentaria de la hemiarcada inferior izquierdo con el método de Demirjian según edad.	47
Tabla 3a. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el canino inferior izquierdo, según sexo masculino.	54
Tabla 3b. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el canino inferior izquierdo, según sexo femenino.	55
Tabla 4a. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el primer premolar inferior izquierdo, según sexo masculino.	57
Tabla 4b. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el primer premolar inferior izquierdo, según sexo femenino.	58
Tabla 5a. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo premolar inferior izquierdo, según sexo masculino.	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 5b. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo premolar inferior izquierdo, según sexo femenino.	61
Tabla 6a. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el primer molar inferior izquierdo, según sexo masculino.	63
Tabla 6b. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el primer molar inferior izquierdo, según sexo femenino.	64
Tabla 7a. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo molar inferior izquierdo, según sexo masculino.	67
Tabla 7b. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo molar inferior izquierdo, según sexo femenino.	68
Tabla 8. Correlación entre el método de Baccetti de maduración esquelética de las vértebras cervicales con los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian según sexo.	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1a. Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según sexo.	40
Gráfico 1b. Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad.	42
Gráfico 2. Distribución de los estadios de calcificación dentaria del canino mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.	48
Gráfico 3. Distribución de los estadios de calcificación dentaria del primer premolar mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.	49
Gráfico 4. Distribución de los estadios de calcificación dentaria del segundo premolar mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.	50
Gráfico 5. Distribución de los estadios de calcificación dentaria del primer molar mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.	51
Gráfico 6. Distribución de los estadios de calcificación dentaria del segundo molar mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.	52

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

GH	:	Hormona del crecimiento
PVE	:	Pico de velocidad en estatura
PMC	:	Pico máximo de crecimiento
CVM	:	Maduración de vértebras cervicales
CS	:	Estadio cervical
DM	:	Maduración dental
n	:	Número de muestra
DS	:	Desviación estándar
min	:	Mínimo
max	:	Máximo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
II.1. Planteamiento del problema	3
II.2. Justificación	5
III. MARCO TEÓRICO	7
IV. OBJETIVOS	28
IV.1. Objetivo general	28
IV.2. Objetivos específicos	28
V. HIPÓTESIS	30
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	31
VI.1. Diseño del estudio	31
VI.2. Población	31
VI.3. Muestra	31
VI.4. Criterios de selección	32
V.4.1. Criterios de inclusión	32
V.4.2. Criterios de exclusión	32
VI.5. Variables	33
VI.6. Técnicas y procedimientos	35
VI.7. Plan de análisis	37
VI.8. Consideraciones éticas	37
VII. RESULTADOS	38
VIII. DISCUSIÓN	70
IX. CONCLUSIONES	76
X. RECOMENDACIONES	78
XI. REFERENCIAS	79
ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

La madurez esquelética presenta factores que pueden determinar el crecimiento del ser humano mediante variables genéticas y ambientales. El inicio del desarrollo y la velocidad de crecimiento varían considerablemente en cada persona. En ortodoncia y ortopedia maxilar es de mucha importancia el análisis de la maduración y la continua observación del crecimiento, ya que en su mayoría, el diagnóstico y el plan de tratamiento depende del factor de crecimiento.^{1,2}

La curva de crecimiento en el ser humano presenta diferentes estadios de aceleración y desaceleración, así como picos máximos de crecimiento a determinadas edades promedios para ambos sexos. Para la determinación de los picos de crecimiento, los investigadores se valen de indicadores de crecimiento, como la talla, el peso, la voz, la menarquía, pero han demostrado ser poco fiables y poco prácticos para la estimación del crecimiento puberal. Estudios más fiables en el área de ortodoncia son la observación de la maduración ósea y la edad dental, propuestos como indicadores biológicos.

Los estudios han demostrado que la maduración de las vértebras cervicales de un paciente es una herramienta de diagnóstico eficaz para determinar el periodo de crecimiento adolescente.^{3,4}

Por otro lado, la edad dental se puede basar en la erupción dental y en los estadios de calcificación de los dientes observados en las radiografías panorámicas, siendo este último un método más fiable.⁵

Desde el punto de vista odontológico sería ideal poder conocer el grado de maduración esquelética, especialmente en los pacientes que están en plena etapa de crecimiento y necesiten tratamiento ortodóntico u ortopédico, el cual es más efectivo en determinados estadios de maduración.

El presente trabajo de investigación pretende determinar cuál es la correlación entre el método de Baccetti de maduración esquelética con los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian en pacientes de ambos sexos de 9 a 17 años de edad el año 2016.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1 Planteamiento del problema

La investigación del crecimiento y desarrollo ha sido ampliamente revisado y es muy importante conocer la edad ósea que es muy distinta a la edad cronológica, esta última no es un indicador verídico al tratarse de ciencias de la salud, y es por eso que para realizar un correcto diagnóstico, se realizan análisis con radiografías cefalométricas, de mano y panorámicas, como un examen auxiliar para estimar la edad esquelética y la edad dental del paciente. Estos estudios son realizados en individuos en etapa de crecimiento activo, con el objetivo de realizar un adecuado diagnóstico y un correcto plan de tratamiento, aprovechando el pico de crecimiento y la edad ósea del paciente para tener un mejor resultado en la mecánica ortodóntica.

La técnica para la determinación de la maduración ósea consiste en la inspección visual en radiografías de los huesos en desarrollo, incluyendo su apariencia inicial y los cambios relacionados a su osificación, en forma y tamaño.⁶

El método actual para determinar la maduración esquelética de las vértebras cervicales es el de Baccetti⁷, con la ventaja de poder identificar el pico de crecimiento mandibular, con éste método aún no se han hecho estudios de correlación en Lima, Perú.

El desarrollo de la dentición nos ayuda a determinar la edad dental y es hallada mediante los estadios de calcificación de los dientes, el cual describe el estado de formación de los dientes con un índice de maduración ya definido, mediante radiografías panorámicas.⁸

Dermirjian *et al.*⁹ colocaron a cada diente un valor respectivo, de acuerdo al estado de desarrollo dentario, esta evaluación resulta muy exacta si sólo se utilizan los dientes inferiores izquierdos. La habilidad para evaluar la maduración esquelética

según los estadíos de calcificación dentaria mediante una radiografía panorámica sería un método ideal al momento de la consulta inicial del paciente, ya que es una radiografía de rutina y poder orientar al paciente que tipo de tratamiento es el adecuado, y si se decide esperar para iniciar el tratamiento ortodóntico, ya no sería necesaria una exposición de radiación adicional en ese momento.

Se conoce que la raza es un factor influyente muy importante en la relación dental y esquelética. Mappes *et al.*¹⁰ indicaron que el origen étnico y las variaciones raciales influyen mucho en las tasas de maduración, así también el clima, la nutrición y los niveles socioeconómicos influyen con un menor grado.

Por este motivo, decidimos evaluar los estadíos de calcificación dentaria como indicadores de la maduración esquelética en sujetos peruanos, y esta investigación planteó formular el problema de investigación de la siguiente manera.

Formulación del problema de investigación

¿Cuál es la relación que existe entre el método de Baccetti de maduración esquelética con los estadíos de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian en pacientes de ambos sexos de 9 a 17 años de edad en el Servicio de Ortodoncia de la UPOCH en Lima-Perú el año 2016?

II.2. Justificación

Justificación social: Se busca brindar un conocimiento a la población peruana acerca de cómo las diferencias en edad y sexo, así como el estado de salud de las personas, influyen en los estadios de maduración ósea y en los estadios de mineralización de los dientes. El tiempo y velocidad de osificación es primariamente afectado por el desarrollo socio-económico de la población peruana. De todos los estudios y procedimientos usados para la evaluación de los estadios de la maduración ósea y los estadios de mineralización dentaria, los que han alcanzado más difusión han sido los métodos cualitativos-descriptivos, este método general tiene el propósito de predecir y establecer el momento específico de los diferentes estados o eventos del repentino crecimiento puberal. Por otro lado, de encontrar una alta correlación entre ambos métodos, se tomará una radiografía panorámica inicial, que es de rutina, y así poder encontrar el momento oportuno de empezar el tratamiento, y ya no sería necesaria una exposición de radiación adicional en ese momento.

Justificación teórica: La madurez esquelética presenta variables genéticas y ambientales que pueden alterar el crecimiento. El comienzo y la cantidad de crecimiento varían considerablemente. Algunos niños son los primeros que maduran con períodos de crecimiento puberal corto, y otros maduran tardíamente con períodos de crecimiento puberal largo. La edad ósea es un indicador fiable en relación a la edad cronológica. Por eso es que para definir el estadio de maduración esquelética han sido propuestos una serie de indicadores, en esta investigación se evaluó la correlación entre el método de Baccetti de maduración de vértebras cervicales con los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian.

Justificación clínica: Para determinar la fase de crecimiento del paciente, los indicadores de crecimiento pueden ser utilizados en la evaluación de los estadios de maduración ósea y los estadios de mineralización dentaria, de existir una correlación entre ambos métodos, podremos determinar el pico máximo de crecimiento de un paciente observando una radiografía panorámica, así facilitando al clínico en el diagnóstico.

III. MARCO TEÓRICO

III.1. Crecimiento y desarrollo

Existen una combinación de factores genéticos, ambientales y neuroendocrinos que pueden modular el crecimiento y desarrollo, aportados por la herencia y lugares en que vive el individuo. El crecimiento se define como el aumento gradual en tamaño hacia las dimensiones típicas del ser vivo y el desarrollo es la modulación gradual de las funciones hacia una maduración fisiológica. Por lo tanto el crecimiento y el desarrollo son términos inseparables, ya que el aumento de tamaño (crecimiento) conlleva a una diferenciación estructural y funcional (desarrollo).¹¹

El factor genético se encuentra presente en forma activa durante el crecimiento del ser humano. El ritmo de maduración biológica se hereda, debiendo esperarse que los hijos inicien su pubertad a edades más o menos similares a la de sus padres y hermanos, y que transcurra en un tiempo similar. Dentro del factor ambiental encontramos el factor socioeconómico, en el cual los niños que pertenecen a una población más pobre crecen y desarrollan menos que los niños que pertenecen a estratos sociales más altos; encontramos el factor nutricional, el cual nos muestra que si hay desnutrición en el ser humano es el factor etiológico principal de lentitud de crecimiento; encontramos el factor biogeográfico, en el que si bien el clima, no influye en el inicio de la pubertad, la hipoxia crónica en la altura si la retarda y sobre todo prolonga su duración. Otro factor importante es el factor neuroendocrino, en el cual para un funcionamiento correcto del organismo es necesario la presencia de hormonas. Algún desorden a nivel neuroendocrino, puede presentarse alteraciones en el crecimiento y desarrollo, ya sea en una aceleración o lentitud.^{11,12}

Los factores que alteran o perturban el crecimiento postnatal pueden dividirse en dos grupos principales: las alteraciones primarias y las alteraciones secundarias del crecimiento. Las alteraciones primarias del crecimiento incluyen a la displasia esquelética (p. ej., acondroplasia, displasia cleidocraneal), las aberraciones cromosómicas (p. ej., síndrome de Down, síndrome de Turner), los errores congénitos del metabolismo, el retardo del crecimiento intrauterino y la baja talla genética. Dentro de las alteraciones secundarias del crecimiento postnatal está la malnutrición, los trastornos sistémicos y metabólicos, el enanismo por carencia, los trastornos endocrinos (GH, estrógeno, testosterona y la hormona tiroidea) y el retardo constitucional del crecimiento.¹³

De los varios métodos para estudiar el crecimiento físico; la talla, el peso y el espesor del pliegue cutáneo son los más frecuentes para evaluar clínicamente el crecimiento; de estos la medición más importante es la estatura. El crecimiento en estatura, durante el crecimiento corporal del adolescente, llamado también del repentino crecimiento puberal, muestra un patrón característico en todos los niños y es representado por un conjunto de relaciones proporcionales a lo largo del tiempo (curva de velocidad del crecimiento estatural o somatograma).^{12,13}

Durante el cual, se han registrado 5 estadios de acuerdo a la curva de crecimiento estatural; el primer estadio: INICIO (ONSET), que es el comienzo del crecimiento puberal; el segundo estadio: del INICIO al PICO, que corresponde al periodo de crecimiento acelerado: Fase acelerativa, denominado “el estirón de pubertad” o “empuje puberal”, que aproximadamente se inicia en mujeres a los 10 ó 10.5 años y en varones a los 12 ó 12.5 años. El tercer estadio: PICO de velocidad en estatura /

PVE, corresponde a la máxima velocidad del crecimiento estatural en la pubertad y que en las mujeres es en promedio a los 12 años y en los varones a los 14 años, con una media de 2 años en cada sexo. Durante el estadio PVE, las mujeres en promedio crecen 8 cm. por año y los varones crecen 9 cm. por año. El cuarto estadio: del PICO al FINAL, corresponde al período de desaceleración, en la cual, la velocidad del crecimiento disminuye. El último estadio: FINAL (END), que es el fin del repentino crecimiento puberal, en el cual el crecimiento disminuye y cesa, en las mujeres entre los 17 y 18 años y en los varones entre los 19 y 20 años.^{12,14} (Anexo 1, figura 1)

III.2. Factores que regulan el crecimiento y desarrollo

Moyers¹⁵ indica algunas variables que pueden afectar el curso del crecimiento físico en lo que respecta a velocidad y al tamaño logrado, que son:

1) Herencia: En lo que respecta a la velocidad del crecimiento, a la aparición de los indicios de crecimiento, a la osificación de los huesos y mineralización de los dientes existe un control netamente genético. Según Fernández *et. al.*¹⁶ al comparar la talla entre gemelos monocigotos y dicigóticos, se obtuvo una correlación de 0,94 y de 0,5 respectivamente; indicando que la herencia es un factor etiológico que puede alterar el ritmo del crecimiento y desarrollo del ser humano.

2) Nutrición: Cuando el niño se encuentra en desarrollo, la desnutrición puede interrumpir este proceso afectando las proporciones, el tamaño y la textura de los huesos.¹⁶ Gutiérrez *et. al.*¹⁷ indican que “la desnutrición desacelera el crecimiento durante la niñez”.

3) Enfermedad: Las enfermedades o trastornos sistémicos pueden alterar severamente el crecimiento del niño, entonces las enfermedades graves y prolongadas tienen su efecto negativo sobre el crecimiento”.^{15, 17}

4) Raza: Existe una serie de alteraciones raciales con respecto a la altura, el peso, aceleración del crecimiento, mineralización de los dientes, erupción de los dientes y osificación ósea.^{18, 19}

5) Clima: En los niños que viven en un clima más frío tienden a tener un aumento en el tejido adiposo y diferencias en la aceleración del crecimiento.¹⁵

6) Factores socioeconómicos: En los niños que viven en estratos sociales altos se muestran distintos ritmos de crecimiento, tienen mayor masa corporal, altura en comparación con niños de estratos sociales bajos.^{15, 20}

7) Tendencias seculares: Se ha comprobado una predisposición del ser humano a alcanzar la adolescencia inicial más tempranamente y crecer cada vez más.^{16, 21}

III.3. Maduración ósea

Desde la etapa de post nacimiento hasta la maduración ósea, aparecen huesos de manera progresiva, que van aumentando de tamaño y cambiando de forma hasta llegar a la fisonomía adulta.

Los niños tienen distintos ritmos de madurez, hay niños que terminan su maduración ósea en edades más tempranas y otros en edades más tardías. Los niños no terminan de crecer porque hayan alcanzado una edad cronológica determinada, sino cuando hayan alcanzado su pico máximo de crecimiento óseo. Por tanto la evaluación del progreso del desarrollo de los huesos es muy importante para identificar la

maduración esquelética del niño, a través del estudio radiográfico, enfocados a la identificación de indicadores característicos.^{22, 23}

III.3.1. Anatomía de la columna vertebral

La extensión promedio de la columna vertebral es de 71 cm en varones y de 61 cm en mujeres. Desempeña una función elemental en el cuerpo humano, teniendo la función de sostén de la cabeza, el cuello y las extremidades superiores. Está formada por 33 ó 34 vértebras cervicales, que son divididas en: 7 cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares, 9 o 10 pélvicas; las 3 primeras se llaman vértebras libres ya que son independientes. Todas las vértebras libres tienen características similares.^{24, 25}
(Anexo 1, figura 2)

III.3.2. Características de las vértebras cervicales

Las vértebras cervicales, se dividen en 7 vértebras, que son en dimensión las más reducidas de la columna vertebral.²⁶

La primera vértebra cervical o Atlas, se caracteriza por presentar un arco anterior, un arco posterior y dos masas laterales, y también se observa la apófisis transversa que salen de las masas laterales y un agujero inclinado por donde pasa el tejido vasculonervioso.^{27, 28}

(Anexo 2, figura 3)

La segunda vértebra cervical o Axis, se caracteriza por presentar una apófisis odontoide.²⁹ (Anexo 2, figura 4)

Desde la tercera a la séptima vértebra tienen una morfología muy parecida, comprenden de un cuerpo vertebral, dos apófisis transversas, dos agujeros transversos que permite el pase del tejido vasculonervioso, una apófisis espinosa posterior y cuatro superficies articulares.²⁹ (Anexo 3, figura 5)

III.4. Determinación de la maduración ósea a través de las vértebras cervicales

Las vértebras cervicales pasan por un período de cambios para alcanzar su desarrollo. Teniendo en cuenta que para llegar a su maduración completa tiene que pasar por varias etapas, la literatura nos muestra diferentes métodos de evaluación que nos presenta precisos indicadores de maduración en cada etapa, y siendo estos muy confiables para el diagnóstico en ortodoncia y ortopedia maxilar.³⁰

III.4.1. Método de determinación de la maduración ósea según Baccetti

Baccetti *et al*⁷, planteó un sistema para la determinación de la maduración ósea de las vértebras cervicales. Este análisis confirma que si el tratamiento de ortodoncia se realiza al iniciar el pico máximo de crecimiento se alcanzaría un resultado deseable.

Dicho estudio tuvo una muestra de 30 sujetos (18 varones y 12 mujeres), se utilizaron, 2 radiografías cefalométricas que concordaron con el inicio y el final del máximo crecimiento mandibular.

Se evaluaron C2, C3 y C4, en su respectiva radiografía lateral de cráneo. La técnica consistió en un análisis visual, observando la concavidad inferior de la vértebra cervical y su forma, que se detalla en lo siguiente: trapezoidal, rectangular horizontal, cuadrada y rectangular vertical.^{7,30}

Baccetti *et al*⁷ analizó los estudios de maduración de vértebras cervicales según Hassel y Farman e hizo un método mejorado, que son detallados de la siguiente manera: (Anexo 3, figura 6)

Estadio I (CS1): Los bordes inferiores de las 3 vértebras (C2, C3 y C4) son planos. Los cuerpos de C3 y C4 tienen una forma trapezoidal. El pico de crecimiento mandibular se producirá en promedio 2 años después de este estadio.

Estadio II (CS2): El borde inferior de C2 es cóncavo. Los cuerpos de C3 y C4 tienen forma trapezoidal. El pico de crecimiento mandibular se producirá en promedio 1 año después de este estadio.

Estadio III (CS3): Las concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3 están presentes. Los cuerpos de C3 y C4 pueden ser trapezoidal o rectangular horizontal. El pico de crecimiento mandibular ocurrirá durante el año posterior a este estadio.

Estadio IV (CS4): Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 están presentes. Los cuerpos de C3 y C4 son de forma rectangular horizontal. El pico de crecimiento mandibular ocurrió uno o dos años antes de este estadio.

Estadio V (CS5): Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 aún están presentes. Al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 tiene forma cuadrada. Si no es cuadrada, el cuerpo de la otra vértebra cervical aún es rectangular horizontal. El pico de crecimiento mandibular finalizó al menos 1 año antes de este estadio.

Estadio VI (CS6): Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 aún son evidentes. Al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 es de forma rectangular vertical. Si no es rectangular vertical, el cuerpo de la otra vértebra cervical es cuadrada. El pico de crecimiento mandibular finalizó al menos 2 años antes de este estadio.^{7,30}

Este nuevo método de maduración de vértebras cervicales presenta 6 estadios de maduración. CS1 y CS2 son estadios pre-pico, el pico de crecimiento mandibular ocurre entre CS3 y CS4. CS6 es registrado al menos 2 años después del pico.⁷

En el año 2016, Rainey et. al. determinaron la fiabilidad del método de maduración de vértebras cervicales utilizando el método de Baccetti para la evaluación del crecimiento mandibular. Un grupo de 20 profesionales de ortodoncia (9 ortodoncistas, 11 residentes de ortodoncia), inexpertos en la evaluación del método de maduración de vértebras cervicales (CVM), fueron capacitados para utilizar el método CVM utilizando la enseñanza de Baccetti. La muestra consistió en 72 radiografías laterales de cráneo, tomadas en el departamento de Radiología del Liverpool University Dental Hospital (LUDH). La muestra suplementaria de 11 radiografías “estandarizadas” se presentaron en un formato recortado, incluidas sólo las vértebras cervicales, ya que así fue como sus autores describieron originalmente el método. Los valores del acuerdo intraobservador e interobservador se evaluaron usando la estadística kappa ponderada. Los valores del acuerdo intraobservador e interobservador fueron considerables (kappa, 0,6-0,8). El acuerdo intraobservador global fue de 0,70 (SE, 0,01), con un acuerdo promedio del 89%. Los valores del acuerdo interobservador fueron 0,68 (SE, 0,03) para la fase 1 y 0,66 (SE, 0,03) para la fase 2, con una concordancia interobservador promedio del 88%. Los valores del acuerdo intraobservador e interobservador de evaluar los estadios vertebrales con el método CVM fueron considerables según el coeficiente de kappa. Estos hallazgos demuestran que este método de clasificación de maduración de las vértebras cervicales es reproducible y confiable.³¹

III.5. Calcificación dentaria

La edad dental fue determinada por muchos años mediante la erupción clínica, sin embargo, ésta puede verse influenciada por varios factores locales y sólo puede aplicarse en un espacio muy limitado de tiempo. Por otra parte, la calcificación dentaria se considera un indicador biológico de medición con influencia hereditaria y con resistencia a factores ambientales, siendo utilizado con mucha frecuencia como un método fiable en el área de ortodoncia.^{5,32}

III.5.1 Método de Demirjian

En 1973, Demirjian *et al.*^{5,33} presentaron un nuevo método de valoración de la maduración dental, clasificándolos en 8 estadios que han sido definidos desde la primera observación de los puntos calcificados hasta el cierre del conducto radicular. Dicho estudio tuvo una muestra de 2928 radiografías panorámicas correspondientes a 1446 niños y 1486 niñas de origen franco-canadiense.

Para determinar la edad dental se evaluaron todos los dientes permanentes mandibulares izquierdos, ya que se conoce que existe un muy alto grado de simetría entre los dientes inferiores del lado derecho e izquierdo, por lo que Demirjian, usó los 7 dientes inferiores izquierdos para su análisis, ya que no encontró diferencias en edad dental comparándolo con los 14 dientes inferiores.⁵

Este análisis utilizó los 7 dientes mandibulares izquierdos, sin considerar el tercer molar inferior, se detalló ocho estadios de desarrollo en cada diente (A a la H), mediante radiografías panorámicas:⁵ (Anexo 4)

A. En ambos dientes unirradiculares y multirradiculares, el inicio de la calcificación se ve en el nivel superior de la cripta en forma de un cono invertido. No hay fusión de estos puntos calcificados.

B. La fusión de los puntos calcificados forman una o varias cúspides en el cual se unen para dar una superficie oclusal regularmente contorneada.

C. Presenta tres características:

a. En la superficie oclusal se completó la formación del esmalte. Su extensión y convergencia hacia la parte cervical es observada.

b. El inicio de un depósito de dentina es observado.

c. El esquema de la cámara pulpar presenta una forma curva en el borde oclusal.

D. Presenta dos características:

a. En esta etapa se completó la formación de la corona hasta la unión cemento esmalte.

b. En los dientes unirradiculares, el borde superior de la cámara pulpar tiene una forma curva definida, y son cóncavas hacia la región cervical. La proyección de los cuernos pulpares están presentes. En los molares la cámara pulpar presenta una forma trapezoidal.

E. Se divide tanto en dientes unirradiculares como multirradiculares

Dientes unirradiculares.

a. Presentan líneas rectas en las paredes de la cámara pulpar, cuya continuidad se rompe por la presencia de los cuernos pulpares.

b. La longitud de la raíz es menor que la corona.

Dientes multirradiculares.

a. Empieza a formarse la bifurcación radicular, se observa un punto calcificado que tiene forma semilunar.

b. La longitud de la raíz es aún menor que la altura de la corona.

F. Se divide tanto en dientes unirradiculares como multirradiculares.

Dientes unirradiculares.

a. Las paredes de la cámara pulpar tienen la forma de un triángulo isósceles.

b. La longitud radicular es igual o más grande que la corona.

Dientes multirradiculares.

a. La región calcificada de la bifurcación se desarrolló de allí hacia abajo desde la etapa semilunar, para dar a la raíz una forma más precisa, y con terminación en forma de embudo.

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

G. Las paredes del conducto de la raíz son paralelas y su extremo apical se mantiene parcialmente abierto.

H. Presenta dos características

a. El ápice del conducto radicular se encuentra completamente cerrado.

b. Alrededor de la raíz y el ápice se observa la membrana periodontal con un ancho bien uniforme.⁵

III.6 Antecedentes de la investigación

Cericato *et al.* (2016), determinaron la correlación entre los estadios esqueléticos y de desarrollo dental utilizando parámetros radiográficos en sujetos brasileños. Se utilizaron radiografías cefalométricas laterales (n=576) y panorámicas (n=576) tomadas en el mismo momento para evaluar el desarrollo esquelético y dental según los métodos de Hassel y Farman (1995) y Bacetti *et al.* (2002), y Demirjian *et al.* (1973), respectivamente. La prueba de razón de verosimilitud se utilizó para verificar la predicción positiva en las correlaciones entre las etapas de desarrollo. El coeficiente de correlación de Spearman se calculó entre las etapas de desarrollo esquelético y dental, así como entre edades estimadas y cronológicas. Se detectó una mayor predicción en la correlación de la fase de inicio (estadio 1) con la etapa E en los caninos mandibulares, y con la etapa D en premolares y segundos molares inferiores. Se observaron correlaciones más altas considerando el segundo premolar inferior izquierdo (0,652, $p < 0,001$ para la técnica de Bacetti *et al.*, y 0,646, $p < 0,001$ para la técnica de Hassel y Farman).³⁴

Cosellu *et al.* (2014), evaluaron la relación entre los estadios de calcificación del segundo molar mandibular y los estadios de maduración esquelética en sujetos italianos. La muestra fue obtenida mediante radiografías panorámicas y cefalométricas de 500 sujetos entre 10 y 20 años de edad. El índice de madurez dental (DM) fue evaluado por etapas de calcificación de los segundos molares inferiores de acuerdo con el método de Demirjian; se evaluó la madurez ósea mediante el índice de maduración de las vértebras cervicales (CVM) según Hassel y Farman. Para determinar la relación entre DM y CVM se utilizó el coeficiente de Pearson y el coeficiente de correlación de Spearman. Las etapas de maduración

esquelética ocurrieron más temprano en las mujeres (aproximadamente 6 meses). Se encontró una correlación altamente significativa entre CVM y DM (0,78-0,86 según el test de Pearson y 0,81-0,85 según el test de Spearman). DM estadio E corresponde a la fase CVM 1 y 2 (la fase anterior al brote de crecimiento), F estadio DM corresponde a la fase de brote de crecimiento puberal, los estadios CVM 2 y CVM 3, la etapa G de DM es el indicador del brote de crecimiento en curso (CVM 3-4), pero todavía se puede encontrar durante la CVM 5 en mujeres. ³⁵

Krisztina *et al.* (2013), investigaron la relación entre la edad dental mediante los estadios de calcificación de la primera premolar inferior según índice de Demirjian y los estadios de madurez esquelética usando las vértebras cervicales (C2, C3, C4) según el método de Baccetti entre individuos rumanos y determinar el valor clínico del primer premolar como un índice de evaluación de crecimiento. Se utilizó una muestra de 30 pacientes (13 hombres, 17 mujeres) con edades comprendidas de 9 a 15 años (promedio de 11,2 años) examinaron las radiografías panorámicas y las radiografías laterales de cada caso. El desarrollo biológico de las niñas es de 1,5 años más avanzado que los niños. Cuando el índice de Demirjian estaba en el estadio F, entonces CVS estaba en estadio 3 y 4, lo cual significa que en el estadio de desarrollo "F" los premolares son indicadores del tiempo óptimo para el tratamiento de ortodoncia. Se encontró una correlación significativa ($R = 0.871$, $p < 0.001$) entre el índice CVM y de Demirjian. Se concluyó que la correlación que se muestra en este estudio permitirá a los clínicos utilizar la primera premolar inferior como un instrumento complementario para evaluar el crecimiento adolescente, combinado con la evaluación de las vértebras cervicales. Los resultados también muestran la utilidad

de la evaluación del desarrollo del estado dental como una prueba de diagnóstico simple para determinar la edad biológica de la población.³⁶

Kumar *et al.* (2012), relacionaron los estadios de calcificación de la segunda molar inferior con la maduración esquelética, y analizaron si los estadios de calcificación de la segunda molar pueden usarse como una herramienta fiable para determinar la maduración esquelética. La muestra fue obtenida de radiografías panorámicas y cefalométricas de 300 sujetos (137 hombres y 163 mujeres) de 9 a 18 años de edad, se hicieron estimaciones de la maduración dental (usando el índice de Demirjian [DI]) y de la maduración esquelética (usando el índice de maduración de las vértebras cervicales [CVMI] según Hassel y Farman). Encontraron que las últimas etapas de DI se asociaron con las últimas etapas de CVMI. La etapa E incluyó el más alto porcentaje de distribución (68.75%) en la etapa 2 de CVMI. Las etapas F y G fueron casi igualmente distribuidas para la etapa 3 de CVMI. Las etapas F y G de DI también incluyeron un alto porcentaje de sujetos en la etapa 4 de CVMI. La etapa H mostró un alto porcentaje de distribución con la etapa 5 (85.71%) y 100% de distribución con la etapa 6 de CVMI. El valor de la prueba de chi-cuadrado de Pearson y el coeficiente de contingencia de Pearson fue estimado para determinar las relaciones entre DI y CVMI. Se encontró una asociación con alta significancia (0.854 para hombres y 0.866 para mujeres) entre DI y CVMI. La etapa E de DI correspondió a la etapa 2 de CVMI (pre-pico de la curva de crecimiento puberal) y la etapa F y G de DI correspondió a la etapa 3 y 4 de CVMI (pico de la curva de crecimiento puberal). La etapa H de DI se asoció con la etapa 5 y 6 de CVMI (fin de la curva de crecimiento puberal).⁶

Mittal *et al.* (2011), investigaron las relaciones entre los estadios de calcificación dentaria y los estadios de madurez esquelética usando las vértebras cervicales en individuos indios. La muestra del estudio consistió en 100 radiografías panorámicas y cefalométricas en 46 sujetos masculinos y 54 sujetos femeninos de 9 a 18 años de edad. Las etapas de la calcificación de los dientes mandibulares (caninos, primeros premolares, segundos premolares, segundos molares y terceros molares) fueron clasificadas según el método de Demirjian. Los estadios de maduración esquelética [indicadores de madurez vértebras cervicales - (CVMI)] se determinaron mediante el método de Hassel y Farman. La relación entre la calcificación dentaria y la madurez esquelética se realizó mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Las correlaciones entre el desarrollo dental y la madurez esquelética oscilan entre 0.403 a 0.758 para varones y 0.419 a 0.811 para mujeres ($P < 0.01$). La correlación más alta fue en el segundo molar y la correlación más baja fue en el tercer molar en los sujetos masculinos y femeninos. La etapa F de la calcificación dentaria correspondió al inicio del PHV (etapa 2 de CVMI) y la etapa G de la calcificación dentaria en caninos; primer premolar y segundo molar (a excepción de segundos premolares en varones) correspondió al pico de estirón puberal (etapa 3 de CVMI). La formación completa de la raíz del canino y del primer premolar sucedió en la mayoría de los sujetos en la etapa 5 de CVMI. Para todos los dientes excepto la formación de la raíz del tercer molar se completó en etapa 6 de CVMI. Este estudio señaló que los estadios de calcificación dentaria observados en una radiografía panorámica (que es una radiografía diagnóstica rutinaria para el tratamiento de ortodoncia) pueden utilizarse clínicamente como indicador de la maduración y en la estimación de la edad.³⁷

Arriola *et al.* (2011), determinaron la concordancia entre las etapas de calcificación de varios dientes mediante el método de Demirjian y las etapas de madurez esquelética mediante el método de Fishman. Se utilizó una muestra de 182 sujetos peruanos de edades comprendidas entre 9 a 16 años, con sus respectivas radiografías carpales y periapicales. Se obtuvieron altos grados de correlación en todas las piezas dentarias para ambos sexos, para los varones fueron entre $r=0,82$ y $0,90$; siendo la correlación más alta la del segundo molar inferior, para las mujeres los rangos fueron entre $r=0,84$ y $0,93$; siendo el canino inferior el que tuvo la correlación más alta. La concordancia entre las etapas de calcificación dentaria de los caninos, primeros premolares, segundos premolares y segundos molares inferiores con los estadios de madurez esquelética son diferentes para cada uno de los dientes evaluados, el diente con mayor concordancia y mejor utilidad clínica fue el canino. Los resultados del estudio indicaron que la calcificación dentaria puede ser clínicamente utilizada para determinar las etapas de maduración esquelética.³⁸

Rozylo-Kalinowska *et al.* (2011), investigaron la relación entre la calcificación dentaria según el método de Demirjian y la maduración de las vértebras cervicales (CVM) según el método de Baccetti. La muestra consistió en 718 niños (431 niñas y 287 niños) con edades comprendidas entre 6 y 17 años, residentes en Polonia Central, acompañados de sus respectivas radiografías cefalométricas y panorámicas. Se observó una ocurrencia consistentemente más temprana (alrededor de 6 meses) para cada CS (estadios cervicales) en las mujeres. Se obtuvo una correlación moderada, pero estadísticamente significativa, entre las etapas de desarrollo dental y maduración esquelética. Los dientes que mostraron la mayor relación con CVM fueron los segundos premolares en mujeres y los caninos en varones. El diente que mostró la correlación más baja fue el incisivo central para ambos sexos. Los

resultados indican la utilidad de las etapas de calcificación dental como una prueba de diagnóstico rápida para determinar el estadio de madurez esquelética de un sujeto.³⁹

Rai (2008), investigó la relación entre los estadios de calcificación de varios dientes y las etapas de madurez esquelética en sujetos indios. La muestra del estudio consistió en 34 varones y 32 mujeres, con edades entre los 9 y 21 años, con sus respectivas radiografías panorámicas y cefalométricas. Los estadios de maduración esquelética fueron determinados mediante el método de Hassel y Farman. La calcificación de los caninos mandibulares, primeros y segundos premolares y segundos molares fueron evaluados según el método de Demirjian. Las correlaciones entre desarrollo dental y madurez esquelética oscilan entre 0.42 a 0.69 para varones y 0.43 a 0.69 para mujeres ($P < 0.01$). La correlación más alta fue observada en el segundo molar y la correlación más baja fue observada en el segundo premolar para ambos sexos. Esto indica que los estadios de calcificación de los dientes evaluadas en una radiografía panorámica pueden ser usados como un indicador de la madurez después del período de crecimiento puberal.⁴⁰

Basaran *et al.* (2007), investigaron las relaciones entre los estadios de calcificación dentaria y los estadios de maduración de las vértebras cervicales en sujetos turcos. La población de estudio final consistió en 590 sujetos turcos, el número de hombres y mujeres fueron iguales (295), con edades de 7 años 2 meses a 18 años 7 meses. Los estadios de calcificación dentaria fueron evaluados con el sistema de Demirjian y los indicadores de la maduración de las vértebras cervicales fueron evaluados según el método de Hassel y Farman. Para evaluar la relación entre la maduración de las

vértebras cervicales y la maduración dental se utilizaron los coeficientes de correlación de Spearman. Se encontraron correlaciones estrictas entre la maduración de las vértebras cervicales y edad dental. Para los hombres los rangos fueron de 0.478 a 0.911 y para las mujeres fueron de 0.421 a 0.843. Para los hombres, la secuencia del más bajo al más alto fue el tercer molar, incisivo central, canino, primer premolar, segundo premolar, primer molar y el segundo molar. Para las mujeres, la secuencia del más bajo al más alto fue el tercer molar, canino, segundo premolar, primer premolar, incisivo central, primer molar y segundo molar. Concluyeron que las etapas de maduración dental se pueden utilizar como un indicador fiable del crecimiento facial.⁴¹

Flores-Mir *et al.* (2005), evaluaron la influencia del estado nutricional en la etapa de maduración de la falange media del tercer dedo (MP3) y el desarrollo dental del canino inferior izquierdo en 280 niños peruanos (140 desnutridos y 140 con nutrición normal) con edades entre 9,5 y 16,5 años. Se utilizaron radiografías periapicales de la mano izquierda para evaluar el estadio de madurez esquelética, según una adaptación del método de Hagg y Taranger. Se utilizaron radiografías panorámicas para determinar la etapa de maduración dental del canino inferior izquierdo, mediante el sistema de Demirjian. El estado nutricional se evaluó relacionando la altura y la edad, de acuerdo con los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud. No hubo diferencias estadísticamente significativas en los estadios de maduración esquelética ($P = .134$) y en los estadios de desarrollo dental ($P = .497$) según el estado nutricional, incluso considerando diferentes grupos de edad ($P = .183$). Hubo una alta correlación ($r = 0.85$) entre ambos indicadores de maduración, independientemente del estado nutricional (desnutrición, $r = 0.855$ y nutrición

normal, $r = 0.863$) o sexo (varones, $r = 0.809$ y niñas, $r = 0.892$). Los resultados nos indican que la desnutrición no se asoció con el desarrollo dental ni con las etapas de maduración esquelética en los escolares peruanos.⁴²

Valverde *et al.* (2004), evaluaron la correlación entre las etapas de calcificación dentaria mediante el método de Demirjian para los caninos y segundos premolares inferiores, y la curva de crecimiento puberal mediante el método de Fishman. La muestra fue obtenida de 100 de mujeres y 83 de hombres con sus respectivas radiografías panorámicas y carpal. Los pacientes eran de una clínica universitaria especializada de la ciudad de Lima y la edad estaba comprendida entre 8 y 15 años. El análisis estadístico consistió en la prueba de correlación de Pearson y las tablas de distribución de frecuencia. Encontraron una alta correlación significativa en todos los casos, la correlación más alta fue en el segundo premolar derecho (0.882), y la correlación más baja fue en el canino derecho (0.832). Este estudio también indicó que el estadio G de formación dental del canino o del segundo premolar inferior, coincidió con el pico máximo de crecimiento puberal en el 86.48% de las mujeres (IME 6 de Fishman) y en el 98.21% de los varones (IME 7 de Fishman). Concluyeron que hubo una alta correlación entre la curva de crecimiento puberal con las etapas de calcificación dentaria de los caninos y segundos premolares inferiores.⁴³

Uysal *et al.* (2004), determinaron las relaciones entre las etapas de la calcificación de varios dientes y las etapas de madurez esquelética en sujetos turcos. La muestra fue de 500 sujetos (215 varones y 285 mujeres) con sus radiografías panorámicas y de mano-muñeca. La calcificación de los caninos, primeros y segundos premolares, segundos y terceros molares mandibulares fueron clasificadas según el método de

Demirjian, y para determinar las etapas de maduración esquelética se obtuvieron según los sistemas de Bjork, y Grave y Brown. Los coeficientes de correlación de Spearman se utilizaron para determinar la correlación de ambos métodos. Las correlaciones entre desarrollo dental y madurez esquelética oscilan entre .490 a .826 para las mujeres y .414 a .706 para hombres ($P < .01$). La correlación más alta se dio en el segundo molar y la correlación más baja se dio en el tercer molar para los sexos femenino y masculino. Para ambos sexos, la formación radicular del canino y el primer premolar se completó en las etapas MP3cap, PP1cap, Rcap. Este estudio indicó que los estadios de calcificación dentaria pueden ser clínicamente útiles como indicador de la madurez del período de crecimiento puberal.⁸

Krailassiri *et al.* (2002), investigaron la relación entre los estadios de calcificación de varios dientes y los estadios de maduración ósea en sujetos de Tailandia. La muestra del estudio consistió en 139 varones y 222 mujeres con edades entre 7 y 19 años, con sus respectivas radiografías panorámicas y de mano y muñeca. La formación del canino, primer y segundo premolar, segundo y tercer molar fueron analizados mediante el método de Demirjian, los estadios de la maduración esquelética se evaluaron mediante el método de Fishman. El coeficiente de correlación de Spearman reveló una relación significativa entre las etapas de la calcificación dental y las fases de la madurez esquelética. La mayor correlación se dio en el segundo premolar. La etapa F del canino tuvo coincidencia con la etapa de MP3. Los resultados de este estudio indican que las etapas de calcificación dentaria pueden ser clínicamente útiles como un indicador de maduración ósea. Sin embargo, el estudio recomendó investigar en una muestra de mayor tamaño e incluir la formación de los caninos y los segundos molares.⁴⁴

Gupta *et al.* (1995), determinaron si los estadios de mineralización dentaria eran un indicador fiable del pico de crecimiento puberal comparado con la aparición del sesamoideo cubital. Los resultados del estudio señalaron una correlación significativa entre la etapa de calcificación G en caninos y la aparición del hueso sesamoideo en niñas. Ellos recomiendan el uso de estos indicadores para determinar el pico de crecimiento puberal, pero estos, no son aplicables a niños debido a que el cierre apical ya se había dado al momento de la aparición del sesamoideo cubital.⁴⁵

Coutinho *et al.* (1993), determinaron las relaciones entre la calcificación del canino inferior y la madurez esquelética en 200 niños y 215 niñas norteamericanos. Las etapas de calcificación dentaria fueron evaluados por el método de Demirjian y la madurez esquelética fueron revisados por los atlas Greulich y Pyle. Se encontraron una gran significancia ($p < 0.001$) entre ambos métodos. Concluyeron que el estadio G del canino estaría 1.3 años antes del pico de crecimiento para los niños y 0.4 años antes para las niñas aproximadamente.⁴⁶

Sierra (1987), evaluó la relación entre los estadios de calcificación dentaria propuestos por Nolla y la madurez esquelética mediante el Atlas elaborado por Greulich y Pyle en una muestra de 153 niños de ambos sexos. Los resultados indicaron que el canino mandibular tuvo la correlación más fuerte.⁴⁷

Chertkow (1980), en un estudio realizado en 197 pacientes (66 varones blancos, 22 varones negros, 93 mujeres blancas y 16 mujeres negras), encontró que el estadio G del canino inferior izquierdo según Demirjian se correlaciona con el pico de crecimiento según el método de Tanner y Whitehouse.⁴⁸

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general

- Determinar la correlación que existe entre el método de Baccetti de maduración esquelética con los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian en pacientes de ambos sexos de 9 a 17 años de edad en el Servicio de Ortodoncia de la UPCH en Lima-Perú el año 2016.

IV.2. Objetivos específicos

1. Determinar la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según sexo y edad.
2. Determinar la distribución de los estadios de calcificación dentaria del canino, primer premolar, segundo premolar, primer molar y segundo molar mandibular izquierdo con el método de Demirjian según sexo y edad.
3. Determinar la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti en cada estadio de calcificación para el canino inferior izquierdo, según sexo.
4. Determinar la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti en cada estadio de calcificación para el primer premolar inferior izquierdo, según sexo.
5. Determinar la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo premolar inferior izquierdo, según sexo.
6. Determinar la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti en cada estadio de calcificación para el primer molar inferior izquierdo, según sexo.

7. Determinar la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo molar inferior izquierdo, según sexo.
8. Correlacionar el método de Baccetti de maduración esquelética de las vértebras cervicales con los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian según sexo.

V. HIPÓTESIS

Los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales tienen una alta correlación con los estadios de calcificación dentaria del canino, primer premolar, segundo premolar, primer molar y segundo molar mandibular izquierdo; siendo la calcificación dentaria, indicadores confiables de la maduración esquelética.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI.1. Diseño del estudio

- Descriptivo
- Transversal
- Retrospectivo
- Analítico

VI.2. Población

Todas las radiografías panorámicas y laterales de cráneo tomadas del archivo del Servicio de Ortodoncia de la UPCH entre 9 y 17 años de edad en Lima, Perú.

VI.3. Muestra

Se seleccionaron 200 radiografías panorámicas y laterales de cráneo de 9 a 17 años de ambos sexos, tomadas del archivo del Servicio de Ortodoncia de la UPCH.

Se estimó un tamaño de muestra según la fórmula de estimación de una proporción de una muestra aleatoria:

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{E^2}$$

Donde:

p: proporción global estimada (0.85)

Z: nivel de confianza del 95% (1.96)

E: error de estimación 5% (0.05)

Reemplazando en la fórmula la muestra mínima es de 196, pero para fines del estudio se determinó una muestra de 200.

VI.4. Criterios de selección

VI.4.1. Criterios de inclusión

- Radiografías panorámicas y laterales de cráneo de pacientes entre 9 y 17 años de edad.
- Radiografías panorámicas y laterales de cráneo que hayan sido tomadas en el Servicio de Radiología de la Clínica Estomatológica de la UPCH.
- Radiografías de pacientes entre 9 a 17 años, hijos de padres nacidos y residentes en el Perú.
- Radiografías panorámicas en que se observen con claridad y un buen contraste el canino, primer premolar, segundo premolar, primer molar y segundo molar mandibular izquierdo.
- Radiografías laterales de cráneo en que se observen con claridad y un buen contraste las vértebras cervicales.
- Sin historia de tratamiento de ortodoncia.
- Ausencia de historia previa de trauma o enfermedad en cara o cuello.

VI.4.2. Criterios de exclusión

- Radiografías de pacientes con trastornos sistémicos, endocrinos o síndromes aparentes.
- Radiografías de pacientes que presenten historia de traumatismo en la región mandibular.
- Radiografías de pacientes que presenten dientes permanentes extraídos en la región mandibular izquierda.
- Pacientes que tengan historia de pérdida prematura de piezas deciduas.

- Radiografías de pacientes con historia de tratamiento ortodóncico.
- Radiografías de pacientes con historia de tratamiento pulpar en canino, primer premolar, segundo premolar, primer molar y segundo molar mandibular izquierdo.
- Radiografías de pacientes que presenten condiciones dentales anormales, como impactación, transposición, anomalías en tamaño, forma o número.
- Radiografías mal reveladas.

VI.5. Variables (Anexo 5)

VI.5.1. Maduración esquelética

- Definición conceptual: Grado de desarrollo óseo que progresivamente llevará a la conformación adulta.
- Tipo: Cualitativa – Politómica
- Dimensiones: C2, C3, C4
- Indicadores: Estadíos de maduración de las vértebras cervicales según Baccetti (2005).
- Escala de medición: Ordinal
- Valor: Estadío I, Estadío II, Estadío III, Estadío IV, Estadío V, Estadío VI.

VI.5.2 Calcificación dentaria

- Definición conceptual: Grado de desarrollo dentario desde la presencia del saco pericoronario hasta la formación completa del diente.
- Tipo: Cualitativa – Politómica

- Dimensiones: Calcificación del canino mandibular izquierdo, calcificación del primer premolar mandibular izquierdo, calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo, calcificación del primer molar mandibular izquierdo, calcificación del segundo molar mandibular izquierdo.
- Indicadores: Estadíos de calcificación dentaria según Demirjian (1973).
- Escala de medición: Ordinal
- Valor: Estadío D, Estadío E, Estadío F, Estadío G, Estadío H.

V.5.3.Sexo

- Definición conceptual: Características físicas y biológicas del ser humano.
- Tipo: Cualitativa – Dicotómica
- Indicadores: Historia clínica
- Escala de medición: Nominal
- Valor: Masculino, Femenino

V.5.4.Edad

- Definición conceptual: Suma de años que ha transcurrido desde nuestro nacimiento.
- Tipo: Cuantitativa
- Indicadores: Historia clínica
- Escala de medición: De razón
- Valor: 9 – 17 años

VI.6. Técnicas y procedimientos

VI.6.1. Capacitación y calibración

Para determinar el grado de confiabilidad de los estadíos de calcificación dentaria y de maduración esquelética, el investigador principal fue calibrado por un radiólogo oral y maxilofacial. La calibración fue desarrollada en 11 radiografías panorámicas digitales y 22 radiografías cefalométricas digitales tomadas con un equipo radiográfico panorámico–cefalométrico digital Orthophos XG 5 (Dentsply Sirona, Erlangen, Alemania). Hubo una capacitación previa por parte del radiólogo experto y posteriormente se procedió a identificar los estadíos de calcificación dentaria y de maduración esquelética por el investigador principal y el radiólogo experto en las mismas radiografías digitales. Los resultados del experto y del investigador principal se compararon con el coeficiente de Kappa y el grado de concordancia fue de 0.88 en ambos casos.

VI.6.2. Evaluación de las radiografías

Para realizar el presente trabajo de investigación, se realizó las respectivas coordinaciones con el Jefe del Servicio de Ortodoncia de la Clínica Estomatológica de la UPCH para su permiso, luego se seleccionaron 200 radiografías panorámicas y laterales de 9 a 17 años de ambos sexos, tomadas del archivo del Servicio de Ortodoncia de la UPCH, respetando los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Las radiografías fueron tomadas con un equipo radiográfico panorámico–cefalométrico digital Orthophos XG 5 (Dentsply Sirona, Erlangen, Alemania). Estas radiografías fueron recolectadas del Software radiológico SIDEXIS XG, para posteriormente ser evaluados en una computadora.

Luego de ser seleccionadas, sólo un observador capacitado evaluó los estadios de maduración esquelética en radiografías laterales con el método de Baccetti y los estadios de calcificación dentaria en radiografías panorámicas con el método de Demirjian.

Evaluación de la edad esquelética:

- Se observó detalladamente las vértebras C2, C3 y C4 en las radiografías laterales y se indicó el estadio que presenta. Su interpretación mediante Baccetti fue en 6 estadios: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6. (Anexo 3, figura 6)

Evaluación de los estadios de calcificación dentaria:

- Demirjian afirma que existe un muy alto grado de simetría entre los dientes inferiores del lado derecho e izquierdo, ya que no encontró diferencias en edad dental comparándolo con los 14 dientes inferiores, por lo que él usó los 7 dientes inferiores izquierdos para su análisis.⁵
- Por lo tanto, en esta investigación se evaluó sólo los dientes inferiores izquierdos, siguiendo el método de Demirjian.
- Se observó detalladamente el proceso de calcificación dentaria en las radiografías panorámicas del canino, primer premolar, segundo premolar, primer molar y segundo molar mandibular izquierdo según los estadios de calcificación dental mediante Demirjian, y se indicó el estadio que presenta.
- El incisivo inferior no se consideró porque el cierre apical ya había tenido lugar, y la tercera molar no se consideró en el estudio por tener una correlación muy baja con la maduración esquelética.^{8,37,39}
- La calcificación dentaria se clasificó de acuerdo con el método de Demirjian en 8 estadios, A – B – C – D – E – F – G – H, para cada diente (Anexo 4). Con ella se

encontró los diferentes estadios de calcificación dentaria y se anotó en una ficha de registro. (Anexo 6)

VI.7. Plan de análisis

- Se elaboraron tablas simples y de doble entrada, con sus respectivos gráficos de barras simples y compuestas.
- Para comparar los porcentajes se utilizó la prueba de Chi-Cuadrado con un nivel de significancia de 0.05.
- Para evaluar la fuerza de la relación entre los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con los estadios de calcificación dentaria se calculó el coeficiente de correlación de Spearman con un nivel de significancia de 0.05.

VI.8. Consideraciones éticas

El proyecto de investigación se inscribió en la Dirección Universitaria de Investigación con el código SIDISI 66592 y se presentó al Comité Institucional de Ética de la UPCH, para su aprobación se especificó que no se tuvo contacto con los pacientes (sólo con las radiografías panorámicas y laterales del archivo), además se codificó las radiografías panorámicas y laterales para evitar la identificación de los pacientes. Se aprobó emitiendo un número de constancia 203-10-16.

VII. RESULTADOS

Según la Tabla 1a, la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según el método de Baccetti ligeramente varía según sexo, así tenemos que en el sexo femenino, el más frecuente fue el estadio V con el 33.1% y en el sexo masculino fue el estadio III (29.4%) y estadio IV (28.2%). Al compararlos no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) (Gráfico 1a).

En la Tabla 1b y Gráfico 1b, se observa que las edades promedio se incrementan conforme se incrementan los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según el método de Baccetti, así tenemos que en el estadio I, la edad promedio \pm DS fue 9.50 ± 0.57 en varones y \pm DS fue 9.00 en mujeres, y en el estadio VI la edad promedio \pm DS fue 16.80 ± 0.44 en varones y \pm DS fue 16.20 ± 0.83 en mujeres. También se observa que las edades promedio para cada estadio de maduración esquelética fueron más jóvenes en el sexo femenino (aproximadamente de 5 meses) que en el sexo masculino.

Tabla 1a. Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según sexo.

Baccetti	Femenino		Masculino		Total
	n	%	n	%	
I	6	5.2	4	4.8	10
II	4	3.4	6	7	10
III	31	27	25	29.4	56
IV	31	27	24	28.2	55
V	38	33.1	21	24.7	59
VI	5	4.3	5	5.9	10
Total	115	100.0	85	100.0	200

X^2 de Pearson (4) = 1.3782 P = 0.848

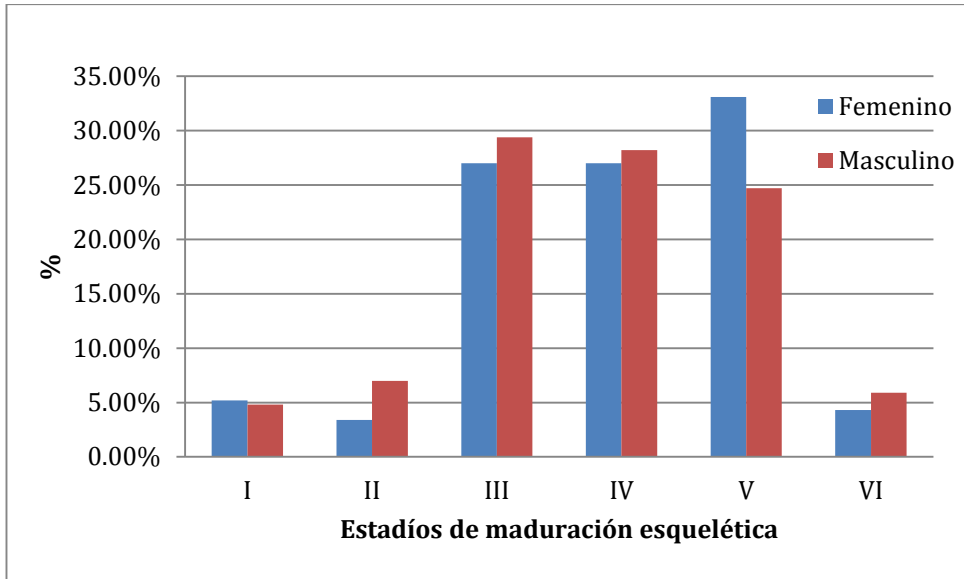


Grafico 1a. Distribución de los estadíos de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según sexo.

Tabla 1b. Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad.

Baccetti	Sexo	n	Media	DS
I	Masculino	4	9.50	0.57
	Femenino	6	9.00	0
II	Masculino	6	9.83	0.98
	Femenino	4	9.50	1.00
III	Masculino	25	11.08	0.99
	Femenino	31	10.41	0.92
IV	Masculino	24	13.70	1.75
	Femenino	31	13.22	1.47
V	Masculino	21	15.04	1.28
	Femenino	38	14.63	1.65
VI	Masculino	5	16.80	0.44
	Femenino	5	16.20	0.83
Total		200		

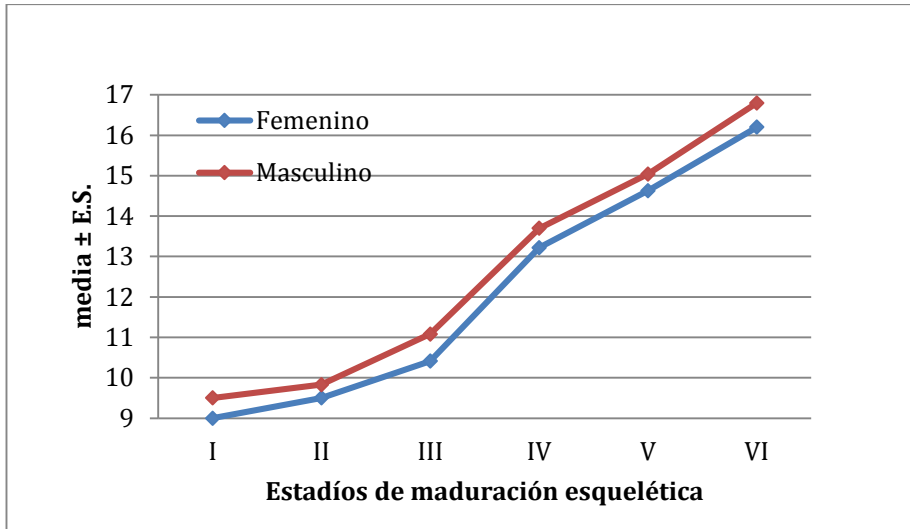


Gráfico 1b. Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad.

En lo que respecta a la distribución de los estadios de calcificación dentaria por cada pieza dentaria según el método de Demirjian según sexo. Se observa distribución porcentual similar según sexo en cada estadio de calcificación en la pieza 33, observando el mayor porcentaje en el estadio H en el sexo femenino (50.4%) y en el sexo masculino el 45.9%, al comparar entre ambos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, $P > 0.05$ (Tabla 2a).

Se observa distribución porcentual similar según sexo en cada estadio de calcificación en la pieza 34, observando el mayor porcentaje en el estadio F en el sexo femenino (34.8%) y en el sexo masculino el 36.5%, el menor porcentaje en ambos se encontró en el estadio E (2.6% y 3.5% respectivamente) al comparar entre ambos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, $P > 0.05$ (Tabla 2a).

Se observa distribución porcentual similar según sexo en cada estadio de calcificación en la pieza 35, observando el mayor porcentaje en el estadio F en el sexo femenino (41.7%) y en el sexo masculino el 42.4%, el de menor frecuencia se encontró en el estadio D tanto en hombres como en mujeres y al comparar entre ambos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, $P > 0.05$ (Tabla 2a).

Se observa distribución porcentual similar según sexo en cada estadio de calcificación en la pieza 36, observando el mayor porcentaje en el estadio H tanto en el sexo femenino (62.6%) como en el sexo masculino (62.4%) y al comparar entre ambos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, $P > 0.05$ (Tabla 2a).

Se observa distribución porcentual similar según sexo en cada estadio de calcificación en la pieza 37, observando el mayor porcentaje en el estadio G en el

sexo femenino (37.4%) y en el estadio F a los de sexo masculino el 35.3% y al comparar entre ambos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, $P > 0.05$ (Tabla 2a).

Tabla 2a. Distribución de los estadios de calcificación dentaria de la hemiarcada inferior izquierda con el método de Demirjian según sexo.

Piezas dentarias	Femenino		Masculino	
	n	%	n	%
pieza 33				
D				
E			3	3.5
F	32	27.8	28	32.9
G	25	21.7	15	17.6
H	58	50.4	39	45.9
pieza 34				
D				
E	3	2.6	3	3.5
F	40	34.8	31	36.5
G	34	29.6	26	30.6
H	38	33.0	25	29.4
pieza 35				
D	0	0.0	1	1.2
E	7	6.1	6	7.1
F	48	41.7	36	42.4
G	32	27.8	17	20.0
H	28	24.3	25	29.4
pieza 36				
D				
E				
F				
G	43	37.4	32	37.6
H	72	62.6	53	62.4
pieza 37				
D	6	5.2	5	5.9
E	19	16.5	12	14.1
F	37	32.2	30	35.3
G	43	37.4	29	34.1
H	10	8.7	9	10.6
Total	115	100.0	85	100.0

Se observa que las edades promedio se incrementan conforme se incrementan los estadios de calcificación dentaria en la pieza 33 según el método de Demirjian, así tenemos que en el estadio E, la edad promedio \pm DS fue 9.00 ± 0.0 y en el estadio H la edad promedio \pm DS fue 14.67 ± 1.74 . (Tabla 2b y Gráfico 2)

Se observa que las edades promedio se incrementan conforme se incrementan los estadios de calcificación dentaria en la pieza 34 según el método de Demirjian, así tenemos que en el estadio E, la edad promedio \pm DS fue 9.33 ± 0.52 y en el estadio H la edad promedio \pm DS fue 15.35 ± 1.47 . (Tabla 2b y Gráfico 3)

Se observa que las edades promedio se incrementan conforme se incrementan los estadios de calcificación dentaria en la pieza 35 según el método de Demirjian, excepto en el estadio E que fue el de menor edad promedio (9.38 ± 0.51), así tenemos que en el estadio D, la edad promedio \pm DS fue 10.00 ± 0.0 y en el estadio H la edad promedio \pm DS fue 15.51 ± 1.41 . (Tabla 2b y Gráfico 4)

Se observa que las edades promedio se incrementan conforme se incrementan los estadios de calcificación dentaria en la pieza 36 según el método de Demirjian, en esta pieza solamente se observó los estadios G y H, así tenemos que en el estadio G, la edad promedio \pm DS fue 10.68 ± 1.57 y en el estadio H la edad promedio \pm DS fue 14.10 ± 1.96 . (Tabla 2b y Gráfico 5)

Se observa que las edades promedio se incrementan conforme se incrementan los estadios de calcificación dentaria en la pieza 37 según el método de Demirjian, cabe resaltar que en esta pieza se observan los estadios D hasta H, así tenemos que en el estadio D, la edad promedio \pm DS fue 9.36 ± 0.67 y en el estadio H la edad promedio \pm DS fue 16.47 ± 0.70 . (Tabla 2b y Gráfico 6)

Tabla 2b. Distribución de los estadios de calcificación dentaria de la hemiarcada inferior izquierda con el método de Demirjian según edad.

Piezas dentarias	n	Media	DS	min	max	ES
pieza 33						
E	3	9.00	0.00	9	9	0.000
F	60	10.43	1.41	9	17	0.182
G	40	12.20	1.32	9	15	0.209
H	97	14.67	1.74	10	17	0.177
pieza 34						
E	6	9.33	0.52	9	10	0.211
F	71	10.54	1.33	9	17	0.158
G	60	13.22	1.26	11	16	0.163
H	63	15.35	1.47	11	17	0.185
pieza 35						
D	1	10.00	0.00	10	10	0.000
E	13	9.38	0.51	9	10	0.140
F	84	11.10	1.46	9	17	0.159
G	49	13.84	1.30	11	17	0.185
H	53	15.51	1.41	11	17	0.194
pieza 36						
						ES
G	75	10.68	1.57	9	17	0.181
H	125	14.10	1.96	10	17	0.176
pieza 37						
D	11	9.36	0.67	9	11	0.203
E	31	10.03	1.17	9	14	0.210
F	67	11.87	1.39	10	17	0.170
G	72	14.47	1.42	11	17	0.168
H	19	16.47	0.70	15	17	0.160
Total	200	12.82	2.47	9	17	0.174

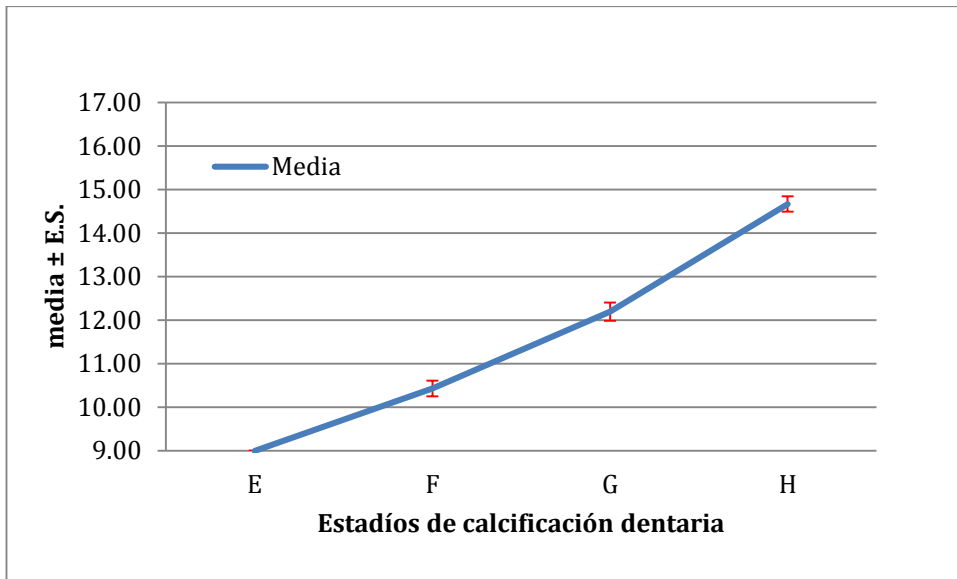


Gráfico 2. Distribución de los estadíos de calcificación dentaria del canino mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.

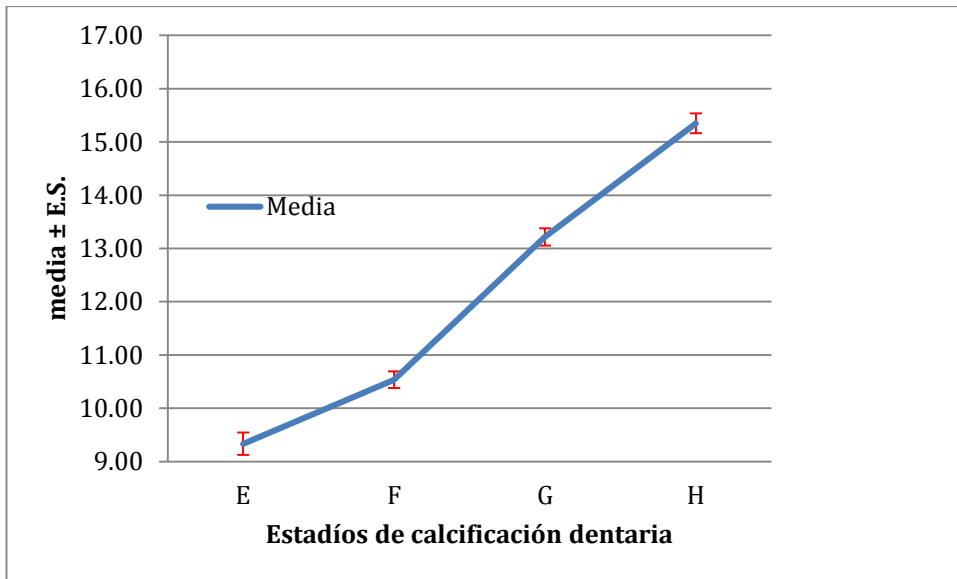


Gráfico 3. Distribución de los estadíos de calcificación dentaria del primer premolar mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.

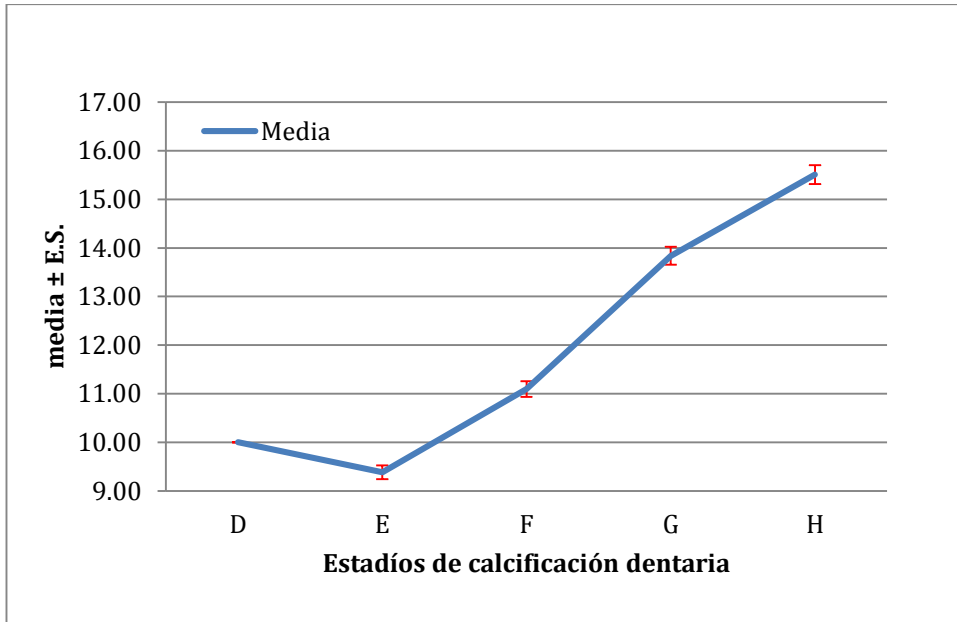


Gráfico 4. Distribución de los estadíos de calcificación dentaria del segundo premolar mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.

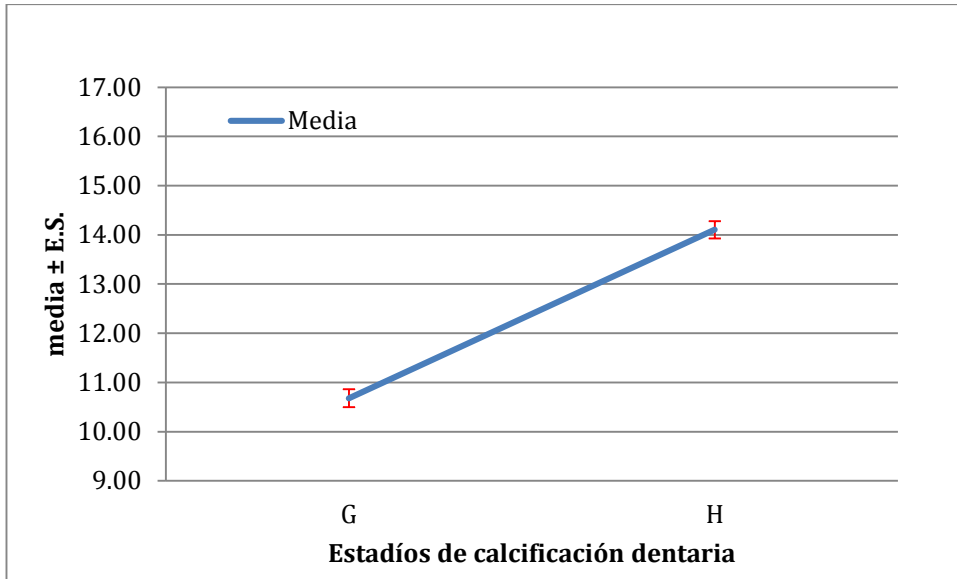


Gráfico 5. Distribución de los estadíos de calcificación dentaria del primer molar mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.

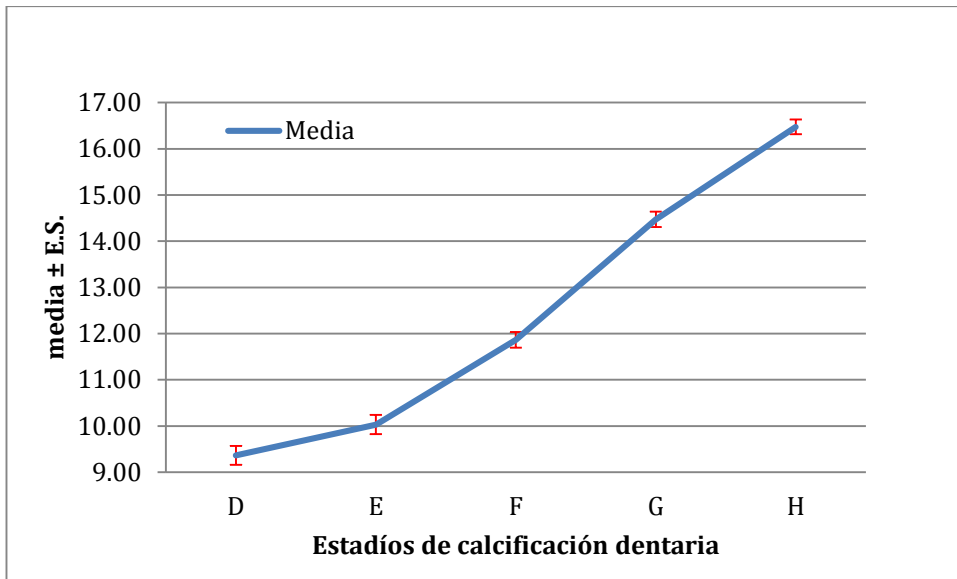


Gráfico 6. Distribución de los estadíos de calcificación dentaria del segundo molar mandibular izquierdo con el método de Demirjian según edad.

En la Tabla 3a se presenta la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el canino inferior izquierdo en varones, se observa que en el estadio I y II el más alto porcentaje fue visto en el estadio F (100% y 66.7% respectivamente), en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F (60%), en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio H (58.3%), en los estadios V y VI el porcentaje más alto fue observado en el estadio H (85.7% y 100% respectivamente).

La Tabla 3b muestra la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el canino inferior izquierdo en mujeres, se observa que en el estadio I y II hubo una mayor presencia del estadio F (100%), en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F (58.1%), en el estadio IV el más alto porcentaje fue en el estadio H (48.4%), en los estadios V y VI se observó una mayor presencia del estadio H (92.1% y 100% respectivamente).

Tabla 3a. Distribución de frecuencias de los estadíos de Baccetti en cada estadío de calcificación para el canino inferior izquierdo, según sexo masculino.

Estadíos de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I			4			4
			100			
II		2	4			6
		33.3	66.7			
III		1	15	7	2	25
		4	60	28	8	
IV			5	5	14	24
			20.8	20.8	58.3	
V				3	18	21
				14.3	85.7	
VI					5	5
					100.0	
Total		3	28	15	39	85
%		3.5	32.9	17.6	45.9	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

Tabla 3b. Distribución de frecuencias de los estadíos de Baccetti en cada estadío de calcificación para el canino inferior izquierdo, según sexo femenino.

Estadíos de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I			6			6
			100			
II			4			4
			100			
III			18	10	3	31
			58.1	32.3	9.7	
IV			4	12	15	31
			12.9	38.7	48.4	
V				3	35	38
				7.9	92.1	
VI					5	5
					100.0	
Total			32	25	58	115
%			27.8	21.7	50.4	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

En la Tabla 4a se presenta la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el primer premolar inferior izquierdo en varones, se observa que en el estadio I y II el más alto porcentaje fue visto en el estadio F (100% y 83.3% respectivamente), en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F (68%), en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio G (50%), en los estadios V y VI el porcentaje más alto fue observado en el estadio H (57.1% y 100% respectivamente).

La Tabla 4b muestra la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el primer premolar inferior izquierdo en mujeres, se observa que en el estadio I y II hubo una mayor presencia del estadio F (66.7%, 100%), en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F (80.6%), en el estadio IV el más alto porcentaje fue en el estadio G (54.8%), en los estadios V y VI se observó una mayor presencia del estadio H (63.2% y 100% respectivamente).

Tabla 4a. Distribución de frecuencias de los estadíos de Baccetti en cada estadío de calcificación para el primer premolar inferior izquierdo, según sexo masculino.

Estadíos de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I			4			4
			100			
II		1	5			6
		16.7	83.3			
III		2	17	5	1	25
		8	68	20	4	
IV			5	12	7	24
			20.8	50	29.2	
V				9	12	21
				42.9	57.1	
VI					5	5
					100.0	
Total		3	31	26	25	85
%		3.5	36.5	30.6	29.4	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

Tabla 4b. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el primer premolar inferior izquierdo, según sexo femenino.

Estadios de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I		2	4			6
		33.3	66.7			
II			4			4
			100			
III		1	25	4	1	31
		3.2	80.6	12.9	3.2	
IV			6	17	8	31
			19.4	54.8	25.8	
V			1	13	24	38
			2.6	34.2	63.2	
VI					5	5
					100.0	
Total		3	40	34	38	115
%		2.6	34.8	29.6	33	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

En la Tabla 5a se presenta la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el segundo premolar inferior izquierdo en varones, se observa que en el estadio I hubo una distribución equitativa en el estadio E (50%) y en el estadio F (50%), en el estadio II el más alto porcentaje fue visto en el estadio F (66.7%), en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F (76%), en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio F (33.3%) y G (33.3%), en los estadios V y VI el porcentaje más alto fue observado en el estadio H (47.6% y 100% respectivamente).

La Tabla 5b muestra la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el segundo premolar inferior izquierdo en mujeres, se observa que en el estadio I hubo una mayor presencia del estadio F (66.7%), en el estadio II hubo una distribución equitativa en el estadio E (50%) y en el estadio F (50%), en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F (83.9%), en el estadio IV el más alto porcentaje fue en el estadio G (45.2%), en los estadios V y VI se observó una mayor presencia del estadio H (50% y 100% respectivamente).

Tabla 5a. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo premolar inferior izquierdo, según sexo masculino.

Estadios de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I		2	2			4
		50	50			
II		2	4			6
		33.3	66.7			
III	1	1	19	1	3	25
	4	4	76	4	12	
IV		1	8	17	8	24
		4.2	33.3	29.2	33.3	
V			3	8	10	21
			14.3	38.1	47.6	
VI				1	4	5
				20	80	
Total	1	6	36	17	25	85
%	1.2	7.1	42.4	20	29.4	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

Tabla 5b. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo premolar inferior izquierdo, según sexo femenino.

Estadios de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I		2	4			6
		33.3	66.7			
II		2	2			4
		50	50			
III		3	26	2		31
		9.7	83.9	6.5		
IV			13	14	4	31
			41.9	45.2	12.9	
V			3	16	19	38
			7.9	42.1	50	
VI					5	5
					100.0	
Total		7	48	32	28	115
%		6.1	41.7	27.8	24.3	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

En la Tabla 6a se presenta la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el primer molar inferior izquierdo en varones, se observa que en el estadio I y II el más alto porcentaje fue visto en el estadio G (100%), en el estadio III el más alto porcentaje fue visto en el estadio G (60%), en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio H (75%), en los estadios V y VI el porcentaje más alto fue observado en el estadio H (95.2% y 100% respectivamente).

En la Tabla 6b se presenta la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el primer molar inferior izquierdo en mujeres, se observa que en el estadio I y II el más alto porcentaje fue visto en el estadio G (100%), en el estadio III el más alto porcentaje fue visto en el estadio G (74.2%), en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio H (74.2%), en los estadios V y VI el porcentaje más alto fue observado en el estadio H (94.7% y 100% respectivamente).

Tabla 6a. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el primer molar inferior izquierdo, según sexo masculino.

Estadios de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I				4		4
				100		
II				6		6
				100		
III				15	10	25
				60	40	
IV				6	18	24
				25	75	
V				1	20	21
				4.8	95.2	
VI					5	5
					100	
Total				32	53	85
%				37.6	62.4	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

Tabla 6b. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el primer molar inferior izquierdo, según sexo femenino.

Estadios de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I				6		6
				100		
II				4		4
				100		
III				23	8	31
				74.2	25.8	
IV				8	23	31
				25.8	74.2	
V				2	36	38
				5.3	94.7	
VI					5	5
					100.0	
Total				43	72	115
%				37.4	62.6	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

En la Tabla 7a se presenta la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el segundo molar inferior izquierdo en varones, se observa que en el estadio I y II el más alto porcentaje fue visto en el estadio E (75% y 66.7% respectivamente) y 66.6% respectivamente), en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F (72%), en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio G (45.8%), en el estadio V el porcentaje más alto fue observado en el estadio G (71.4%), en el estadio VI se observó mayor presencia del estadio H (80%).

En la Tabla 7b se presenta la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria para el segundo molar inferior izquierdo en mujeres, se observa que en el estadio I hubo una distribución equitativa en el estadio D (50%) y en el estadio E (50%), en el estadio II y III hubo una mayor presencia del estadio F (50% y 48.4% respectivamente), en el estadio IV el más alto porcentaje fue en el estadio G (51.6%), en el estadio V se observó una mayor presencia del estadio G (68.4%) y en el estadio VI el más alto porcentaje fue en el estadio H (80%).

Tanto en el sexo femenino como en el sexo masculino, existe una alta correlación entre el método de Baccetti de maduración esquelética de las vértebras cervicales con los estadios de calcificación dentaria ($P < 0.001$), siendo el segundo molar inferior el que tuvo la correlación más alta en varones ($r=0.774$) y el segundo premolar inferior mostró la más alta correlación en mujeres ($r=0.784$), y la primera molar inferior mostró la correlación más baja ($r=0.635$ en varones y $r=0.677$ en mujeres). Para los varones, la secuencia del más bajo a más alto fue el primer molar, segundo premolar, canino, primer premolar, segundo molar. Para las mujeres, la secuencia del más bajo

a más alto fue el primer molar, primer premolar, canino, segundo molar, segundo premolar. (Tabla 8)

Tabla 7a. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo molar inferior izquierdo, según sexo masculino.

Estadios de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I	1	3				4
	25	75				
II	2	4				6
	33.3	66.7				
III	2	3	18	2		25
	8	12	72	8		
IV		2	9	11	2	24
		8.3	37.5	45.8	8.3	
V			3	15	3	21
			14.3	71.4	14.3	
VI				1	4	5
				20	80	
Total	5	12	30	29	9	85
%	5.9	14.1	35.3	34.1	10.6	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

Tabla 7b. Distribución de frecuencias de los estadios de Baccetti en cada estadio de calcificación para el segundo molar inferior izquierdo, según sexo femenino.

Estadios de maduración	Calcificación dentaria (%)					Total
	D	E	F	G	H	
I	3	3				6
	50	50				
II	1	1	2			4
	25	25	50			
III	2	14	15			31
	6.5	45.2	48.4			
IV			14	16	1	31
			45.2	51.6	3.2	
V		1	6	26	5	38
		2.6	15.8	68.4	13.2	
VI				1	4	5
				20	80	
Total	6	19	37	43	10	115
%	5.2	16.5	32.2	37.4	8.7	100

Prueba estadística: Distribución de frecuencias

Tabla 8. Correlación entre el método de Baccetti de maduración esquelética de las vértebras cervicales con los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian según sexo.

Piezas dentarias	Masculino		Femenino	
	r	Sig	r	Sig
pieza 33	0.761	0.0000	0.779	0.0000
pieza 34	0.763	0.0000	0.777	0.0000
pieza 35	0.650	0.0000	0.784	0.0000
pieza 36	0.635	0.0000	0.677	0.0000
pieza 37	0.774	0.0000	0.782	0.0000

Prueba estadística: Correlación de Spearman

P < 0.001

VIII. DISCUSIÓN

Los indicadores de maduración esquelética y su importancia en la determinación del pico de crecimiento puberal han sido ampliamente estudiados.⁴⁸⁻⁵⁰ Las diferencias raciales y étnicas juegan un papel importante en la maduración dental y esquelética de los individuos en crecimiento.¹⁰ Si en varios países se encontraron valores diferentes, el uso de la edad dental y esquelética para evaluar el crecimiento facial en sujetos peruanos es cuestionable.

En la presente investigación se determinó la correlación entre el método de Baccetti de maduración esquelética con los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian en sujetos peruanos de ambos sexos de 9 a 17 años de edad.

Se han sugerido métodos para precisar la predicción del crecimiento, aunque muchos estudios utilizaron radiografías de mano y muñeca,^{1,2,8,44} los estadios de maduración de vértebras cervicales han demostrado que se correlacionan con cambios del crecimiento esquelético durante la pubertad.^{3,4} La maduración dental, es también un indicador de la edad biológica en los niños que se encuentran en crecimiento⁹, mediante radiografías panorámicas, que es un examen auxiliar de rutina durante el tratamiento odontológico. El tiempo y la dosis de la exposición a la radiación de radiografías especializadas adicionales son altas (radiografías de mano y muñeca o cefalométricas), haciendo su uso cuestionable en niños y adultos jóvenes.

En el estudio realizado, la distribución de la edad cronológica para cada estadio de maduración de vértebras cervicales mostraron que las mujeres maduraron más tempranamente que los hombres, estos resultados son coincidentes a los encontrados por Kumar *et. al.*⁶, Krisztina *et. al.*³⁶, Mittal *et. al.*³⁷, Rai *et. al.*⁴⁰ y Krailassiri *et. al.*⁴⁴

Sin embargo, algunos estudios demostraron que los hombres fueron más jóvenes sólo en un estadio como, Uysal *et. al.*⁸ sólo en el estadio Ru (Bjork, Grave y Brown), Cossellu *et al.*³⁵ en el estadio I y Basaran *et. al.*⁴¹ en el estadio VI. Los resultados del estudio también mostraron que las edades promedio se incrementan conforme se incrementan los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales, y con respecto a los estadios de calcificación dentaria también se incrementan conforme se incrementa la edad, excepto en la pieza 35 en el estadio E que es el de menor edad promedio con 9.38 ± 0.51 y en el estadio D, la edad promedio es de 10.00.

En este estudio se evaluaron la distribución de frecuencias de los estadios de maduración esquelética según Baccetti respecto a cada estadio de calcificación dentaria según Demirjian para cada pieza dentaria, teniendo como resultado el segundo molar inferior como la pieza dentaria con mayor grado de correlación en varones, la cual en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F (72%) y en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio G (45.8%). Y en las mujeres la pieza dentaria con mayor grado de correlación fue el segundo premolar inferior, la cual en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F (83.9%) y en el estadio IV el más alto porcentaje fue en el estadio G (45.2%).

Baccetti ⁷ en su método describe que el pico de crecimiento mandibular ocurre entre los estadios III y IV, así con los resultados de este estudio, se puede señalar que el tratamiento ortopédico en varones debe iniciarse en el estadio F del segundo molar inferior, y en mujeres debe iniciarse en el estadio F del segundo premolar inferior.

La determinación de la concordancia entre los estadios de calcificación y los estadios de maduración esquelética, también presentan resultados variados en estudios previos. Chertkow⁴⁸ encontró que el estadio G del canino inferior izquierdo se correlaciona con el pico de crecimiento puberal. Gupta⁴⁵ señala que existe correlación significativa entre el pico de crecimiento y el estadio G del canino en mujeres, pero no en hombres, debido a que el cierre apical ya se realizó al momento del pico de crecimiento puberal. Demirjian³² indica que el estadio F coincide con el inicio del pico de crecimiento puberal, la erupción del canino en la cavidad oral coincide con el estadio G y sucede 5 meses antes del pico de crecimiento puberal en mujeres y 1 año antes en hombres. Coutinho⁴⁶ señala que el canino se encuentra en estadio G, 1.3 años antes del pico de crecimiento puberal en varones y 0.4 años antes en las mujeres. Krisztina *et al.*³⁶ indicaron que cuando el índice de Demirjian estaba en estadio F, entonces CVS estaba en estadio 3 y 4. Krailassiri *et al.*⁴⁴ señalaron que el estadio "G" de la segunda molar mandibular coincidió en 39,5% con el pico de crecimiento en mujeres y en varones el estadio "G" coincidió en 66,7% con el pico de crecimiento. Uysal *et al.*⁸ indicaron que el estadio "G" de la segunda molar mandibular coincidió en 59% con el pico máximo de crecimiento en mujeres y en varones el estadio "G" coincidió en 60% con el pico de crecimiento. Valverde *et al.*⁴³ indicaron que en mujeres el estadio "G" coincidió con el pico de crecimiento para caninos y segundas premolares inferiores en 86,48% y en varones coincidió en 98,21%, siendo la segunda premolar derecha, la pieza dentaria con mayor correlación (0.082), seguida de la segunda premolar inferior izquierda (0.876). Flores-Mir *et al.*⁴² señalan que el el estadio "G" del canino inferior coincidió en un 92.15% con el estadio "G" de Hägg y Taranger (pico de crecimiento), sin encontrar diferencias en el sexo, ni en la nutrición. Arriola *et al.*³⁸ indicaron que el estadio "G" del canino

inferior coincidió con el pico de crecimiento en varones. Para las mujeres, indicaron que en el estadio "F" se encontraban antes del pico de crecimiento, el estadio "G" coincidió en todos los casos con el pico de crecimiento, y en el estadio "G" y "H" ya había pasado el pico de crecimiento. Para la segunda premolar inferior, en varones el estadio "G" coincidió con el pico máximo de crecimiento, en estadios anteriores la calcificación dentaria está distribuida y el estadio "H" coincidió con los estadios posteriores. En mujeres el estadio "F" coincidió con el pico de crecimiento, pero el estadio "F" también coincidió en los estadios anteriores al pico. Para la segunda molar inferior en varones el estadio "G" coincidió con el pico máximo de crecimiento. En mujeres, el estadio "F" coincidió con el pico de crecimiento.

Con respecto al grado de correlación entre el método de Baccetti de maduración esquelética con los estadios de calcificación dentaria, en este estudio mostraron altos grados de correlación para todas las piezas dentarias y para ambos sexos, siendo el segundo molar inferior el que tuvo la correlación más alta en varones ($r=0.774$) y el segundo premolar inferior mostró la más alta correlación en mujeres ($r=0.784$), y la primera molar inferior mostró la correlación más baja ($r=0.635$ en varones y $r=0.677$ en mujeres).

Las publicaciones previas determinaron el grado de correlación entre la calcificación dentaria y maduración esquelética encontrando valores diversos. Uysal *et. al.*⁸ en sujetos turcos indicaron que el segundo molar inferior mostró la correlación más alta ($r=0.82$ en mujeres y $r=0.70$ en varones) y el tercer molar inferior mostró la correlación más baja ($r=0.49$ en mujeres y $r=0.41$ en varones). Cericato *et. al.*³⁴ en sujetos brasileros indicaron que el segundo premolar inferior izquierdo mostró la correlación más alta ($r=0.64$ Hassel y Farman, $r=0.65$ Baccetti) y la primera molar

inferior mostró la correlación más baja ($r=0.41$ para ambos métodos). Mittal *et. al.*³⁷ en sujetos indios indicaron que el segundo molar mostró la correlación más alta ($r=0.75$ en varones y $r=0.81$ en mujeres) y el tercer molar mostró la correlación más baja ($r=0.40$ en varones y $r=0.41$ en mujeres). Arriola *et. al.*³⁸ en sujetos peruanos, indicaron que la segunda molar inferior mostró la más alta correlación en varones ($r=0.90$) y el canino inferior mostró la más alta correlación en mujeres ($r=0.93$). Rozylo *et. al.*³⁹ en sujetos polacos, indicaron que la segunda premolar inferior mostró la más alta correlación en mujeres ($r=0.59$) y el canino inferior mostró la más alta correlación en varones ($r=0.52$). La menor correlación fue encontrada en el incisivo central ($r=0.14$ en mujeres y $r=0.18$ en varones). Basaran *et. al.*⁴¹ en sujetos turcos, indicaron que la segunda molar inferior mostró la más alta correlación ($r=0.84$ en mujeres y $r=0.91$ en varones) y la tercera molar mostró la más baja correlación ($r=0.42$ en mujeres y $r=0.47$ en varones). Valverde *et. al.*⁴³ en sujetos peruanos, mostraron que la correlación más alta fue la segunda premolar derecha ($r=0.88$) y la más baja fue el canino derecho (0.83). Krailassiri *et. al.*⁴⁴ en sujetos tailandeses, indicaron que la segunda premolar inferior mostró la más alta correlación ($r=0.69$ en mujeres y $r=0.66$ en varones) y la tercera molar inferior mostró la más baja correlación ($r=0.31$ en mujeres y $r=0.47$ en varones).

El aporte de este estudio, como aplicación clínica, indica que el tratamiento ortopédico en pacientes varones debe iniciarse en el estadio de calcificación F del segundo molar inferior, y en pacientes mujeres debe iniciarse en el estadio de calcificación F del segundo premolar inferior.

La correlación encontrada entre el método de Baccetti de maduración de vértebras cervicales y los estadios de calcificación dentaria utilizando el método de Demirjian es altamente significativa, con estos resultados, confirmamos que con la ayuda de una radiografía panorámica se puede estimar la maduración esquelética de un paciente mediante la evaluación de los estadios de calcificación dentaria.

Una debilidad de este estudio, fue la falta de orden de una base de datos por edades y género de los pacientes, con sus respectivas radiografías cefalométricas y panorámicas en el archivo del Servicio de Ortodoncia y en el Software radiológico Sidexis XG, lo cual generó una dificultad en buscar las radiografías de acuerdo a los criterios de inclusión del estudio, teniendo una limitación en ampliar el tamaño de la muestra.

IX. CONCLUSIONES

1. La distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según el método de Baccetti ligeramente varía según sexo, pero al compararlos no se encontró diferencias significativas. Las edades promedio se incrementan conforme se incrementan los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según el método de Baccetti, las edades promedio fueron más jóvenes en el sexo femenino (aproximadamente de 5 meses) que en el sexo masculino.
2. La distribución de los estadios de calcificación dentaria por cada pieza dentaria según el método de Demirjian tienen una distribución porcentual similar según sexo, pero al compararlos no se encontró diferencias estadísticamente significativas. Las edades promedio se incrementan conforme se incrementan los estadios de calcificación dentaria según el método de Demirjian excepto en la pieza 35 que el estadio E fue el de menor edad promedio.
3. Para el canino inferior izquierdo en varones y mujeres, en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F y en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio H.
4. Para el primer premolar inferior izquierdo en varones y en mujeres, en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F y en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio G.

5. Para el segundo premolar inferior izquierdo en varones, en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F y en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio F y G. En mujeres, en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F y en el estadio IV el más alto porcentaje fue en el estadio G.
6. Para el primer molar inferior izquierdo en varones y en mujeres, en el estadio III el más alto porcentaje fue visto en el estadio G y en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio H.
7. Para el segundo molar inferior izquierdo en varones y en mujeres, en el estadio III se observó una mayor presencia del estadio F, en el estadio IV se observó una mayor presencia del estadio G.
8. Se encontró altos grados de correlación entre el método de Baccetti de maduración esquelética de las vértebras cervicales con los estadios de calcificación dentaria para todas las piezas dentarias y para ambos sexos, siendo el segundo molar inferior el que tuvo la correlación más alta en varones ($r=0.774$) y el segundo premolar inferior mostró la más alta correlación en mujeres ($r=0.784$), y la primera molar inferior mostró la correlación más baja ($r=0.635$ en varones y $r=0.677$ en mujeres).

X. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios de correlación de maduración esquelética de vértebras cervicales y la calcificación dentaria ampliando la muestra.
2. Realizar estudios con muestras en diferentes grupos étnicos, clima y diferentes estados nutricionales.
3. Realizar estudios similares para determinar la validez de diferentes métodos de la maduración esquelética y calcificación dentaria en una población peruana.

XI. REFERENCIAS

1. Fishman LS. Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *Angle Orthod.* 1979;49:181-9.
2. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982;52:88-112.
3. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation method: some need for clarification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123:19-20A.
4. Hassel B, Farman A. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107: 58-66.
5. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system for dental age assessment. *Hum Biol.* 1973;43:211-27.
6. Kumar S, Singla A, Sharma R, Viridi M, Anupam A, Mittal B. Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar calcification stages. *Angle Orthod.* 2012;82:501-506.
7. Baccetti T, Franchi L, McNamara J. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005; 11:119-129.
8. Uysal T, Sari Z, Ramoglu S, Basciftci F. Relationships Between Dental and Skeletal Maturity in Turkish Subjects. *Angle Orthod.* 2004;74:657-664.
9. Demirjian A, Goldstein H. New system for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol.* 1976;3:411-21.
10. Mappes MS, Harris EF, Behrents RG. An example of regional variation in the tempos of tooth mineralization and hand-wrist ossification. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1992;101:145-51.
11. Cusminsky M, Lejarraga H, Mercer R, Martell M, Fescina R. Manual de crecimiento y desarrollo del niño. 2da ed. Washington D.C: Organización Panamericana de la Salud; 1993.
12. Freyre E. La Salud del Adolescente. Aspectos Médicos y Psicosociales. Lima: Concytec; 1994.
13. Koch G, Modeér T, Poulsen S, Rasmussen, P. Odontopediatría, Enfoque clínico. Argentina: Médica Panamericana; 1994.
14. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the puberal growth spurt. *Am J of Orthod.* 1982; 82: 299-309.

15. Moyers R. Manual de Ortodoncia. 4a ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana; 1992. p. 6- 17, 68- 69.
16. Fernández J, Lama G, Pérez V. Crecimiento y desarrollo: Parte I Evaluación de la normalidad. [artículo en línea]. 2001. Disponible en: http://wellpath.uniovi.es/es/contenidos/seminario/pediatria/temas/html/tema11/cl_inica.htm.
17. Gutiérrez J, Berdasco A, Esquivel M, Jiménez J, Posada E, Romero J, et al. Crecimiento y Desarrollo: Pediatría. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2006 .p. 27- 58.
18. Posada E, Esquivel M, Rubén M. Desarrollo sexual por razas. Rev Cub Ped 1988; 60(6): 999-1009.
19. Salazar M, Arroyo E, Pérez B. Caracterización antropométrica y maduración ósea de nadadores venezolanos. Inv Clín. 2006; 47(2).
20. Bishara S. Ortodoncia. México: Mc Graw- Hill Interamericana; 2003. p. 32- 55, 70- 86.
21. Agrelo F, Pascual L, Lobo B, Sabulsky J. Talla final de mujeres de Córdoba, Argentina, y exploración de la tendencia secular. Rev Panam Salud Pública. 1999; 5 (1).
22. Consuelo A, Neves I, Rios V, Benguigui Y. Manual para la vigilancia del desarrollo infantil en el contexto de AIEPI. Washington D.C: Organización Panamericana de la Salud; 2007.
23. Izaguirre I. Atlas de Maduración Ósea del Venezolano. Anales Venezolanos de Nutrición: 2003; 16(1):23-30.
24. Cañete E, Suanes A. Evaluación de la Maduración Ósea mediante Mediciones Métricas automatizadas. Anales Españoles de Pediatría: 2000; 52:123-131.
25. Gray H. Anatomía de Gray. Bases Anatómicas de la medicina y la cirugía. 38va ed. Madrid: Harcourt; 2001.
26. Bick EM, Copel JW. Longitudinal growth of the human vertebra. J Bone Joint Surg. 1950; 32:803-14.
27. Southwick WO, Keggy K. The normal cervical spine. J Bone Joint Surg. 1964; 46(8):1767-77.
28. Cantor ML, Norton LA. Normal radiographic anatomy and common anomalies seen in cefalometrics films Am J Orthod. 1987;91:414-26.
29. Struthers J. Variations of the vertebrae and ribs in man. J Anat Physiol. 1874;9:17-96.

30. Ortiz M, Godoy S, Fuenmayor D, Farias M. Método de maduración ósea de las vértebras cervicales, en pacientes del diplomado de ortodoncia interceptiva, UGMA-2006. [artículo en línea]. 2006. Disponible en: http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/maduracion_osea_vertebras_cervicales.asp.
31. Rainey B, Burnside G, Harrison J. Reliability of cervical vertebral maturation staging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;150:98-104.
32. Demirjian A, Levesque G. Sexual differences in dental development and prediction of emergence. *J Dent Res*. 1980; 59(7):1110-22.
33. Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol*. 1976; 3:411-21.
34. Cericato G, Franco A, Vieira M, Prado M, Paranhos L. Correlating skeletal and dental developmental stages using radiographic parameters. *J Forensic Leg Med*. 2016; 42:13-18.
35. Cossellu G, Biagi R, Pisani L, Barbieri V, Farronato G. Relationship between mandibular second molar calcification and cervical vertebrae maturity in Italian children and young adults. *Eur J Paediatr Dent*. 2014;15:355e9.
36. Krisztina M., Ogodescu A., Gyergyay R., Burján Z. Evaluation of the skeletal maturation using lower first premolar mineralization. *Acta Medica Marisiensis* 2013; 59 (6): 289-292.
37. Mittal S, Singla A, Viridi M, Sharma R, Mittal B. Co-relation between determination of skeletal maturation using cervical vertebrae and dental calcification stages. *Internet J Forensic Sci*. 2011; 4 (2).
38. Arriola L, Peña U, Pardo M. Concordancia entre estadíos de calcificación dentaria y maduración esquelética en niños y adolescentes de una localidad peruana. *Rev Estomatol Herediana*. 2011; 21(3):131-136.
39. Rozylo-Kalinowska I, Kolasa-Raczka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *Eur J Orthod*. 2011;33(1):75-83.
40. Rai B. Relationship of dental and skeletal radiograph: Maturity indicator. *Internet J Biol Anthropol*. 2008; 2 (1).
41. Basaran G, Ozer T, Hamamci N. Cervical vertebral and dental maturity in Turkish subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007; 131:447.
42. Flores-Mir C, Mauricio F, Orellana M, Major P. Association between growth stunting with dental development and skeletal maturation stage. *Angle Orthod*. 2005; 75(6):935- 40.
43. Valverde R, Adriazola M, Meneses A. Correlación entre los estadíos de calcificación de caninos y segundas premolares mandibulares con la curva de

- crecimiento puberal maxilar y mandibular. *Rev Estomatol Herediana*. 2004;14(1-2):12-17.
44. Krailassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. *Angle Orthod*. 2002; 72(2): 155-166.
 45. Gupta S, Chada M, Sharma A. Assessment of puberty growth spurt in boys and girls: a dental radiographic method. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 1995;13(1):4-9.
 46. Coutinho S, Buschang P, Miranda F. Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993;104(3):262-8.
 47. Sierra A. Assesment of dental and skeletal maturity, a new approach. *Angle Orthod*. 1987;57(3):194-208.
 48. Chertkow, S. Tooth mineralization as an indicator of the puberal growth spurt. *Am J Orthod*. 1980;77(1):79-91.
 49. Björk, A & Helm, S. 1967. Predition of age of maximun puberal grow in body height. *Angle Orthod*. 37 (2): 134-43.
 50. Grave ,KC & Brown ,T,1976. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod*. 69:611-19.

ANEXOS

ANEXO 1

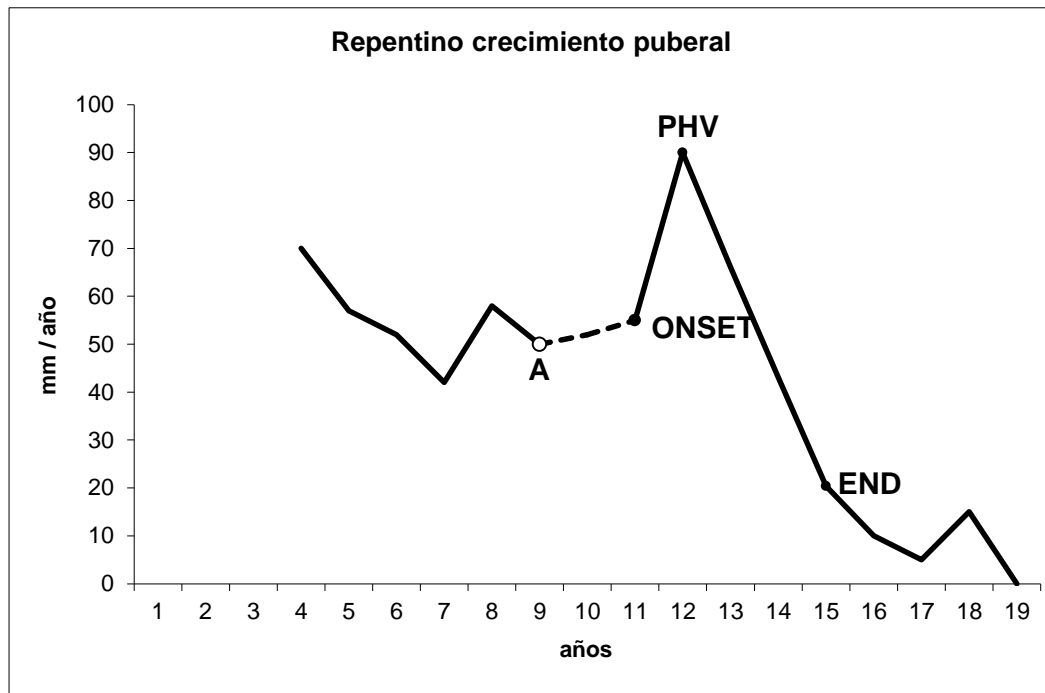


Figura 1. El repentino crecimiento puberal. El inicio (ONSET), el pico de velocidad estatural PVE (PHV: Peak height of velocity) y el final (END).

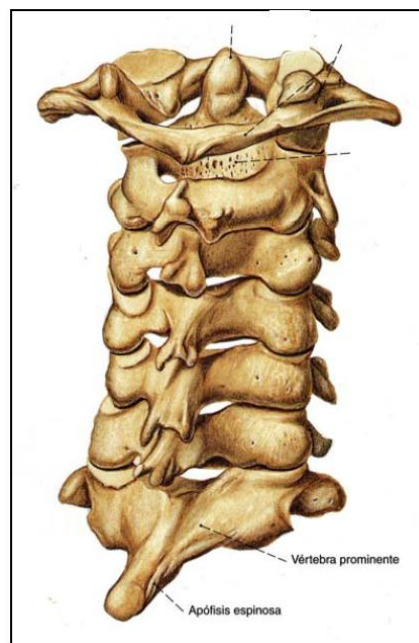


Figura 2. Vértebras Cervicales (Tomado de: Netter, F. Atlas de Anatomía Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000).

ANEXO 2

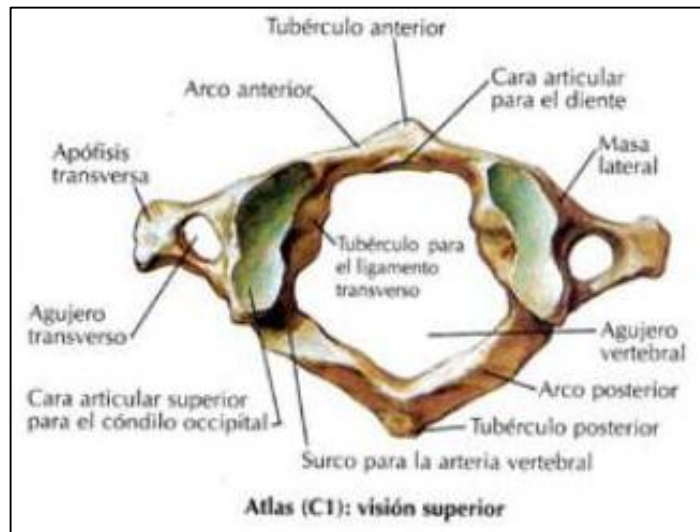


Figura 3. Primera vértebra cervical o atlas (Tomado de: Vargas M. Anatomía y exploración física de la columna cervical y torácica. Med. leg. Costa Rica. 2012; 29(2): 77-92.

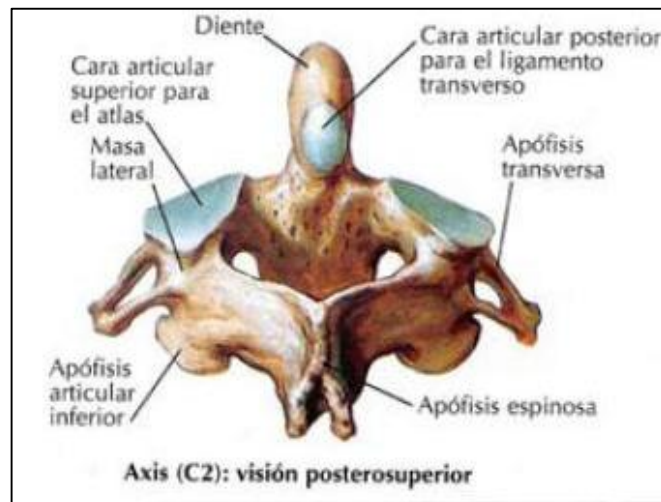


Figura 4. Segunda vértebra cervical o Axis (Tomado de: Vargas M. Anatomía y exploración física de la columna cervical y torácica. Med. leg. Costa Rica. 2012; 29(2): 77-92.

ANEXO 3

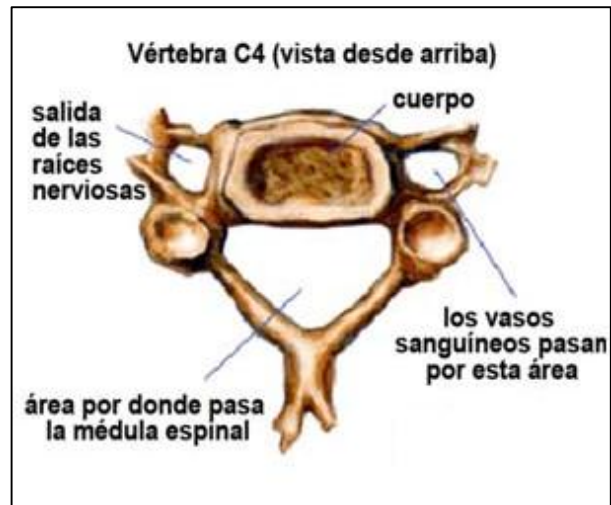


Figura 5. Cuarta vértebra cervical (Tomado de Netter, F. Atlas de Anatomía Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000).

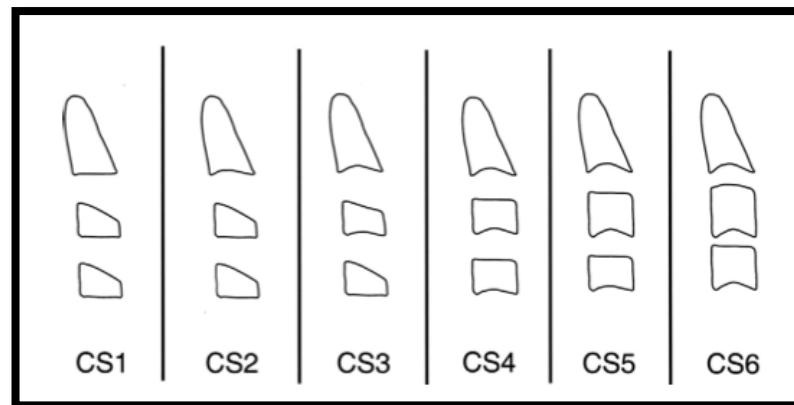


Figura 6. Estadíos de la maduración de las vértebras cervicales según Baccetti *et. al.* (2005).

ANEXO 4

MOLARES

PREMOLARES

CANINOS

INCISIVOS

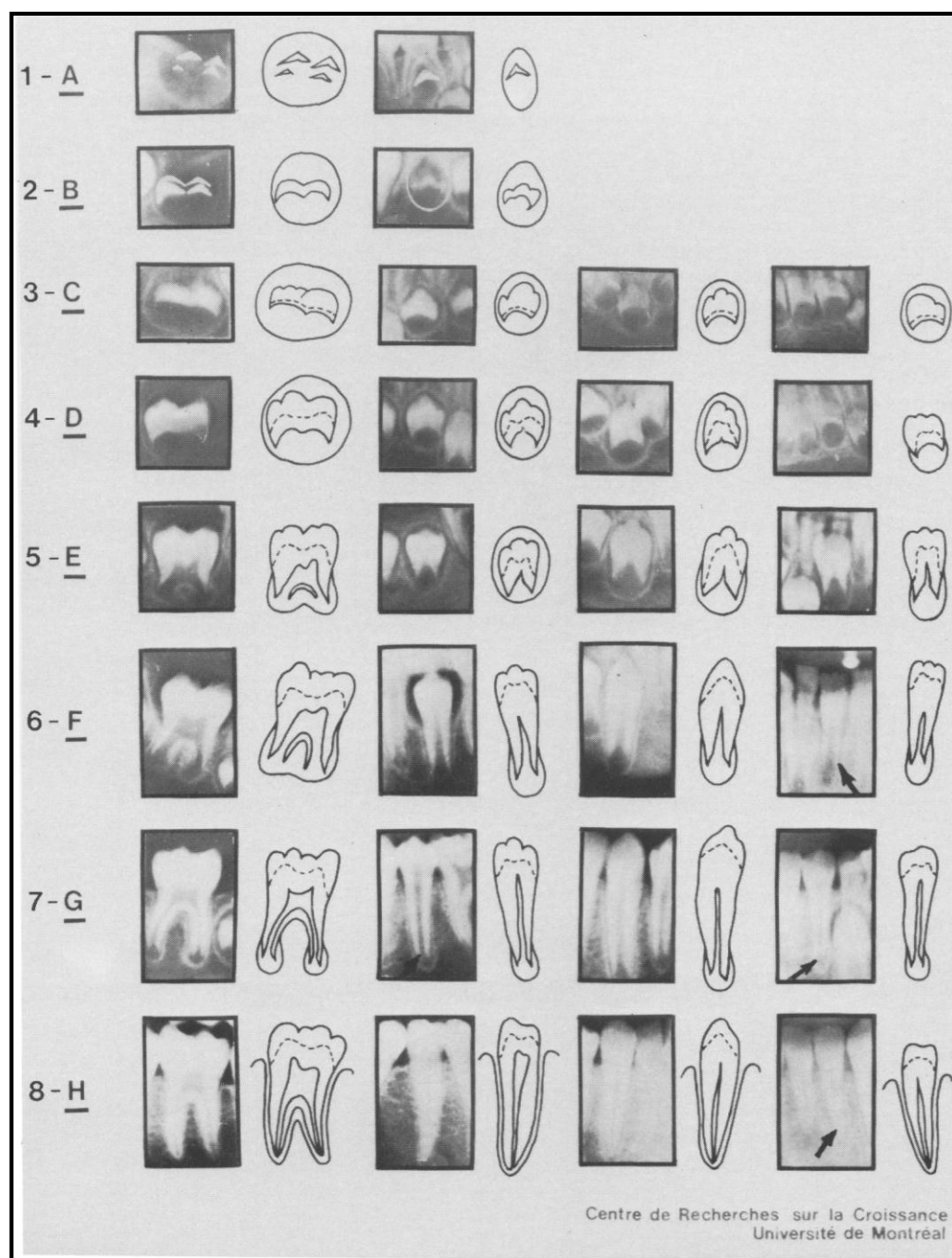


Figura 7. Estadios de desarrollo de la dentición permanente según Demirjian *et al.* (1973).

ANEXO 5

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Identificación	Definición conceptual	Tipo	Dimensiones o categorías	Indicadores	Escala de medición	Valor
Maduración esquelética	Grado de desarrollo óseo que progresivamente llevará a la conformación adulta.	Cualitativa	C2	Estadíos de maduración de las vértebras cervicales según Baccetti (2005).	Ordinal	Estadío I Estadío II Estadío III Estadío IV Estadío V Estadío VI
			C3			
			C4			
Calcificación dentaria	Grado de desarrollo dentario desde la presencia del saco pericoronario hasta la formación completa del diente.	Cualitativa	Calcificación del canino mandibular	Estadíos de calcificación dentaria según Demirjian (1973).	Ordinal	Estadío D Estadío E Estadío F Estadío G Estadío H
			Calcificación del primer premolar mandibular			
			Calcificación del segundo premolar mandibular			
			Calcificación del primer molar mandibular			
			Calcificación del segundo molar mandibular			
Sexo	Características físicas y biológicas del ser humano.	Cualitativa		Historia clínica	Nominal	Masculino Femenino
Edad	Suma de años que ha transcurrido desde nuestro nacimiento.	Cuantitativa		Historia clínica	Razón	9 – 17 años

ANEXO 6

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Valoración de la maduración esquelética según Baccetti

Nº DE FICHA _____

Código: _____

EDAD: _____ años _____ meses

GÉNERO:

M

F

Estadío I	
Estadío II	
Estadío III	
Estadío IV	
Estadío V	
Estadío VI	

Valoración de la calcificación dentaria según Demirjian

Estadíos	pieza 33	pieza 34	pieza 35	pieza 36	pieza 37
D					
E					
F					
G					
H					