



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO DE LA MADURACIÓN ÓSEA POR MEDIO DE
TOMOGRAFÍAS COMPUTARIZADAS DE HAZ CÓNICO
DURANTE LA DENTICIÓN MIXTA.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

ANA MARIA LÓPEZ TAMAYO HUELGAS

TUTORA: Dra. LAURA MENDOZA OROPEZA

ASESOR: Mtro. RICARDO ORTIZ SÁNCHEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradezco a mi Madre a mi Padre por guiarme en mi camino y permitirme concluir mis objetivos, a través de su amor, paciencia y buenos valores.

A mi esposo por el apoyo incondicional en mi vida, amor y respaldo.

A mis hermanos y amigos que estuvieron conmigo en el camino.

Al Dr. Carlos Francisco Velázquez Godínez por sus enseñanzas.

A mi tutora Dra. Laura Mendoza Oropeza por su ayuda.

Y a todos mis pacientes por dejarme aprender de ellos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ANTECEDENTES.....	6
2.1 Sistema Esquelético.....	6
2.1.1 Osificación.....	8
2.1.2 Osificación endocondrial.....	9
2.1.3 Osificación intramembranosa.....	11
2.1.4 Morfogénesis ósea.....	12
2.2 La columna vertebral.....	14
2.2.1 Vértebras cervicales.....	14
2.2.2 Osificación de las vértebras.....	17
2.3 Edad esquelética.....	17
2.3.1 Etapas de crecimiento y desarrollo del cuerpo humano.....	18
2.4 Métodos utilizados para establecer indicadores de maduración.....	19
2.4.1 Radiografías carpales.....	19
2.4.2 Método de las vértebras cervicales.....	20
2.5 Tomografía Computarizada.....	28
2.5.1 Dosis de radiación.....	30
2.5.2 Visualización en 3D.....	31
2.5.3 Uso de la tomografía computarizada de haz cónico en la odontología.....	32
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	33
4. JUSTIFICACIÓN.....	33
5. OBJETIVOS.....	35
6. METODOLOGÍA.....	36
6.1 Material y método.....	36
6.2 Estudio y variables.....	40
6.3 Operacionalización y conceptualización de las variables.....	41
6.4 Pregunta de Investigación.....	41

7. RESULTADOS.....	42
7.1 Morfología.....	43
7.2 Mediciones.....	45
7.3 Ángulos.....	48
7.4 Vista anterior de las vértebras cervicales.....	52
8. CONCLUSIONES.....	55
9. DISCUSIÓN.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXO Carta de consentimiento informado.....	59

1. INTRODUCCIÓN

La odontología moderna es resultante de cambios tecnológicos cada vez más innovadores, mismos que van desde métodos de diagnóstico hasta nuevos avances en el tratamiento dental. Este proceso evolutivo se debe principalmente a la tecnología digital que conlleva una gran mejoría en la obtención de imágenes con mayor exactitud y claridad.

El recurso imagenológico más utilizado es la radiografía, la cual representa objetos en 3D con imágenes de 2D con una significativa superposición de estructuras y magnificación impredecible. La tomografía computarizada de haz cónico permite una visualización real en 3D de las estructuras óseas y dentoalveolares.

La tomografía computarizada de haz cónico está ganando bastante aceptación en el campo odontológico, se utiliza en áreas como la implantología, cirugía, endodoncia, periodoncia y ortodoncia.

Anteriormente se utilizaban métodos no muy precisos para valorar la maduración ósea, como la comparación de la estatura, peso, edad cronológica y edad dental con tablas de estándares generales de población; este método era simple y a menudo efectivo, pero no tenía en cuenta aspectos como la raza, nutrición o genética. Posteriormente se utilizaron técnicas radiográficas para observar los cambios morfológicos de las falanges de los dedos respecto a la edad cronológica. Los pioneros en este método fueron Bjork y Helm (1967). Posteriormente Lamparski (1972) demostró que observando los cambios morfológicos en las vértebras cervicales, se podía determinar la maduración ósea, siendo un método igual de confiable que el uso de radiografías carpales. Baccetti et, al (2005) mejoró este método que ha ganado aceptación en años recientes.

La presente investigación se centrará en el uso de la tomografía computarizada de haz volumétrico para la determinación de la edad ósea, método anteriormente utilizado con radiografías convencionales.

2. ANTECEDENTES

2.1 Sistema Esquelético

El cuerpo humano está constituido por un conjunto de huesos, los cuales, unidos por cartílagos y ligamentos, funcionan como elemento de soporte y protección. El ser humano cuenta con 206 huesos aproximadamente, dependiendo de la edad.

Durante la vida fetal del ser humano, el esqueleto osteocartilaginoso que se forma es reemplazado por hueso de sustitución. En la edad adulta, ese esqueleto cartilaginoso persiste en cartílagos costales, articulares y tabique nasal, entre otros¹.

Los huesos sirven de sostén a los músculos que los rodean. Pueden presentarse como elementos protectores y articulares¹.

La consistencia de los huesos se debe a su matriz extracelular, la cual se puede dividir en una porción orgánica y una inorgánica; la primera está formada por 90 % de colágeno y 10 % de glicosaminoglicanos y glicoproteínas. La porción inorgánica consiste en hidroxapatita principalmente. En el cuerpo humano hay dos tipos de hueso: compacto o cortical y esponjoso o trabecular. El primero se encuentra en la parte exterior del hueso y el segundo en la interior².

Los huesos poseen un tejido bastante dinámico pues su matriz calcificada está en constante recambio, lo que les permite adaptarse a los requerimientos funcionales. Este proceso de recambio durante el cual la matriz es reabsorbida y se presenta nueva aposición de hueso se denomina remodelación³.

Los huesos se presentan en tres formas:

- Huesos largos: Predomina la longitud sobre el espesor y el ancho. Consta de un cuerpo o diáfisis y de dos extremos o epífisis; la unión de la epífisis y la diáfisis es llamada metáfisis.
- Huesos cortos: De volumen restringido, sus tres ejes son semejantes. Su forma es variable, por lo general cuboidea; se los encuentra en el carpo y tarso.
- Huesos planos: El espesor reducido, predominio de la longitud y el ancho. Constituyen las paredes de las cavidades craneal, nasales, orbitarias y pelviana, pueden formar amplias superficies de inserción muscular: escápula, coxal, occipital¹.

Otros tipos de huesos son:

Huesos neumáticos: algunos huesos de la cara y del cráneo presentan cavidades rellenas de aire (etmoidales, mastoideas); las de tamaño mayor son denominadas senos (maxilar, esfenoides, frontal)

Huesos sesamoideos: Estos huesos le deben su nombre a sus reducidas dimensiones¹.

Las principales células del hueso son:

- Células osteógenas: son células madre, no especializadas, con capacidad de división; sus células hijas son los osteoblastos. *Osteoblastos*: construyen los huesos; sintetizan los componentes de la matriz del tejido óseo e inician en proceso de calcificación.
- Osteocitos: son las células maduras principales del tejido óseo; derivan de los osteoblastos que quedan atrapados en la matriz; intercambian nutrientes con la sangre.
- Osteoclastos: son células muy grandes, formadas por la fusión de 50 monocitos ubicadas en el endostio; producen destrucción del

hueso por medio de enzimas lisosómicas para permitir el desarrollo, crecimiento, mantenimiento y reparación normales².

2.1.1 Osificación

La osificación es el proceso de desarrollo y crecimiento de los huesos, la cual resulta de fenómenos anatómicos, histológicos y fisiológicos que transforman un tejido conjuntivo diferenciado en tejido óseo².

El tejido óseo es una forma de tejido conjuntivo, se caracteriza porque su estructura está impregnada de sales cálcicas.

En el embrión, el esqueleto está compuesto por modelos primitivos cartilagosos y fibrosos que darán origen a los huesos de cartílago y a los huesos de membrana. Los demás tejidos conjuntivos son susceptibles de osificarse en determinadas condiciones, como ocurre en tejidos fibroso y cartilaginoso, ligamentos articulares, las paredes arteriales, entre otros².

La **osteogénesis** es el proceso de formación o desarrollo de los huesos. Deben considerarse periodos esenciales:

- Preosificación: Se caracteriza por la aparición de una distensión edematosa en el tejido embrionario, entre cuyas fibrillas colágenas aparece una sustancia preósea de origen no bien definido.
- Impregnación cálcica: Mediante un fenómeno esencialmente vascular, la sustancia preósea se transforma en oseína. Las sales de calcio aportadas por los vasos sanguíneos del medio se depositan en el interior de la sustancia fundamental.

La formación de hueso puede ocurrir de dos maneras: reemplazando cartílago (endocondrial) o como resultado de la transformación de tejido mesenquimal (intramembranoso).

Los sitios donde se inicia la osificación se conocen como centros primarios están asociados en los huesos largos a la diáfisis y se originan en

su mayoría durante el periodo embrionario. No todo el centro primario se extiende sobre toda la plantilla de cartílago precursora, así que en algunas regiones, principalmente epífisis, aparecen centros secundarios de osificación después del nacimiento³ (fig. 1)⁴.

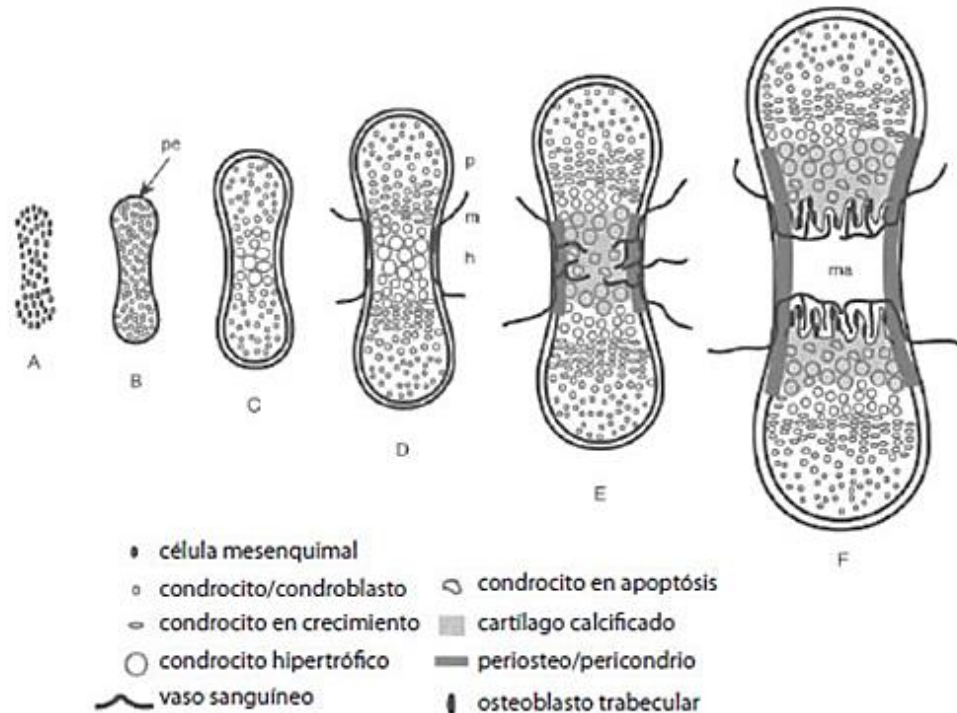


Fig. 1 Proceso de formación del centro primario y secundario de osificación⁴.

2.1.2 Osificación endocondrial

El punto de partida es el cartílago, el cual es progresivamente destruido y reemplazado por tejido óseo. En un hueso largo este proceso empieza en el centro o diáfisis y después se extiende hacia los dos extremos o epífisis, los cuales permanecen siendo cartílago por algún tiempo, a lo que se le conoce como placas epifisarias².

La secuencia de los eventos en cada hueso largo es, esencialmente, la misma en todos los individuos, sin importar si éste está avanzado o retrasado en relación con la edad cronológica.

Se sabe que ha llegado a una etapa final de la maduración esquelética cuando se observa la fusión de las epífisis con cada extremo de la diáfisis, momento en el cual se completa la calcificación. Los restos del cartílago mineralizado conforman el centro sobre el que se depositan las capas de hueso laminar⁴.

Alrededor de 1830, se realizó una gran contribución a la comprensión del fenómeno de crecimiento en huesos largos con la introducción del concepto de placa de crecimiento y la teoría de William Sharpey de que el cartílago que forma el esqueleto de vertebrados jóvenes es reemplazado por hueso en el individuo adulto⁵ (fig. 2)².

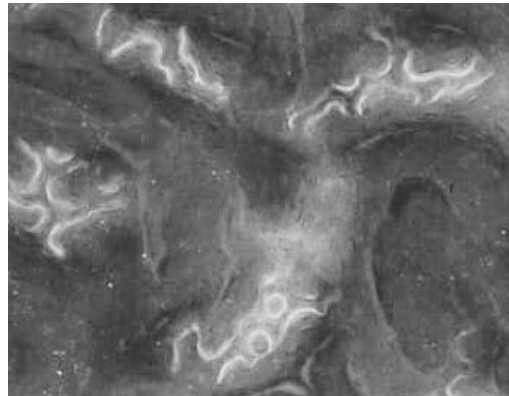


Fig. 2 Restos del cartílago mineralizado (Imagen: Prof. Dr. Berton A. Rahn, Laboratorium fur Experimentelle Chirurgie)².

En la placa de crecimiento se distinguen cuatro zonas en las que se distribuyen los condrocitos⁵:

- Zona de latencia o germinal, en la que condrocitos que se dividen con poca frecuencia, actúan como precursores de la zona proliferativa.
- Zona proliferativa, que contiene células que se dividen activamente. En el cartílago de la fisis, las células de esta zona están organizadas en columnas, mientras que en el de la epífisis están agrupadas en "clústeres".
- Zona hipertrófica, en la que se hallan condrocitos de un tamaño mucho mayor que los de la zona proliferativa. Los

condrocitos hipertrofiados sintetizan una matriz especializada que sirve de guía para la formación de hueso por parte de los osteoblastos. Las células de esta zona secretan además VEGF, un factor de crecimiento que estimula la angiogénesis, permitiendo el ingreso de vasos sanguíneos a la placa de crecimiento y garantizando el suministro de nutrientes.

- Zona de mineralización, en ella se formarán los espacios para que células osteoprogenitoras se alojen junto con ramas vasculares⁴ (fig. 3)⁴.

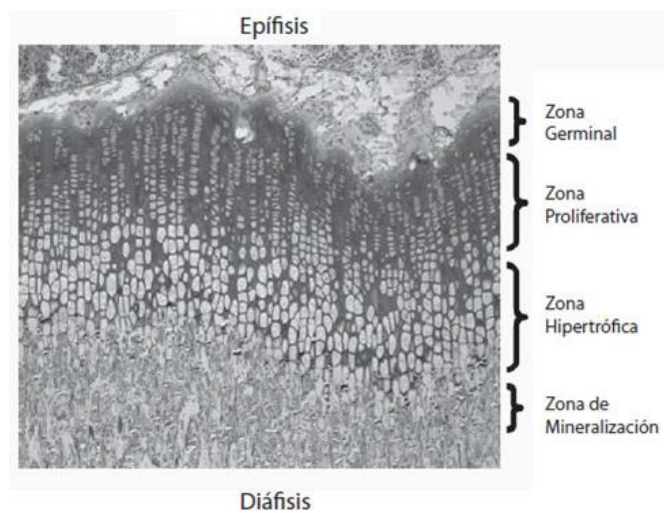


Fig. 3 Placa de crecimiento de 2mm de espesor de la tibia proximal de ratita⁴.

2.1.3 Osificación intramembranosa

Se produce en dos tipos de hueso: fibrilar y laminar.

- **Hueso fibrilar:** Se origina a partir del tejido conjuntivo no calcificado. Los osteoblastos diferenciados del mesénquima segregan una sustancia intercelular que contiene fibrillas de colágeno, la matriz osteoide, que se calcifica por el depósito de cristales de apatita. Estos centros de osificación primaria poseen una densidad de calcificación mínima. La mineralización tiene lugar con gran velocidad, (varias décimas de milímetro por día) y se

extiende simultáneamente sobre una gran superficie. Con el tiempo, el depósito de apatita aumenta².

- Primera Fase: Depósito de apatita en la matriz del tejido conjuntivo, que determina una red tridimensional de hueso fibrilar laxo.
- Segunda Fase: Depósito de hueso laminar sobre los tractos de hueso fibrilar. De esta forma el hueso se vuelve más compacto.
- Tercera Fase: Osificación perióstica de la cortical con hueso fibrilar ^{2,6}.
- **Hueso laminar:** En una base previamente mineralizada. El relleno de la retícula de hueso fibrilar refuerza esta estructura, convirtiéndose en hueso compacto. La velocidad de síntesis del hueso laminar es de 0,7-1.5 nm/día. Este hueso está sometido a un continuo proceso de síntesis y destrucción que se modifica por factores ambientales².

2.1.4 Morfogénesis ósea

El hueso crece en longitud y en espesor, y con los años adquiere su forma definitiva. El desarrollo de las estructuras óseas no se basa en un crecimiento simétrico del contorno de los huesos, sino en tres mecanismos, los cuales dependen de la incidencia de una serie de factores, unos hereditarios o genéticos y otros puramente locales:

- Aumento de tamaño
- Recambio óseo
- Desplazamiento óseo

Durante el crecimiento se produce una serie de renovaciones de capas óseas, especialmente en el hueso perióstico que denota las reacciones a los esfuerzos o las tracciones a las que está sometido. De este modo se originan los canales, por los que transitan elementos vasculares o nerviosos, así como las salientes óseas y las irregularidades,

expresiones de inserciones musculares. Estas influencias extremas repercuten en la morfología del hueso¹.

Los huesos aumentan de diámetro por la acción combinada de dos clases de células: los osteoclastos y los osteoblastos. Los osteoclastos aumentan el diámetro de la cavidad medular al digerir el hueso de las paredes; los osteoblastos del periostio producen nuevo hueso en el exterior⁴. Por este doble fenómeno, se produce un hueso con diámetro mayor y con cavidad medular más extensa (fig.4)⁶.

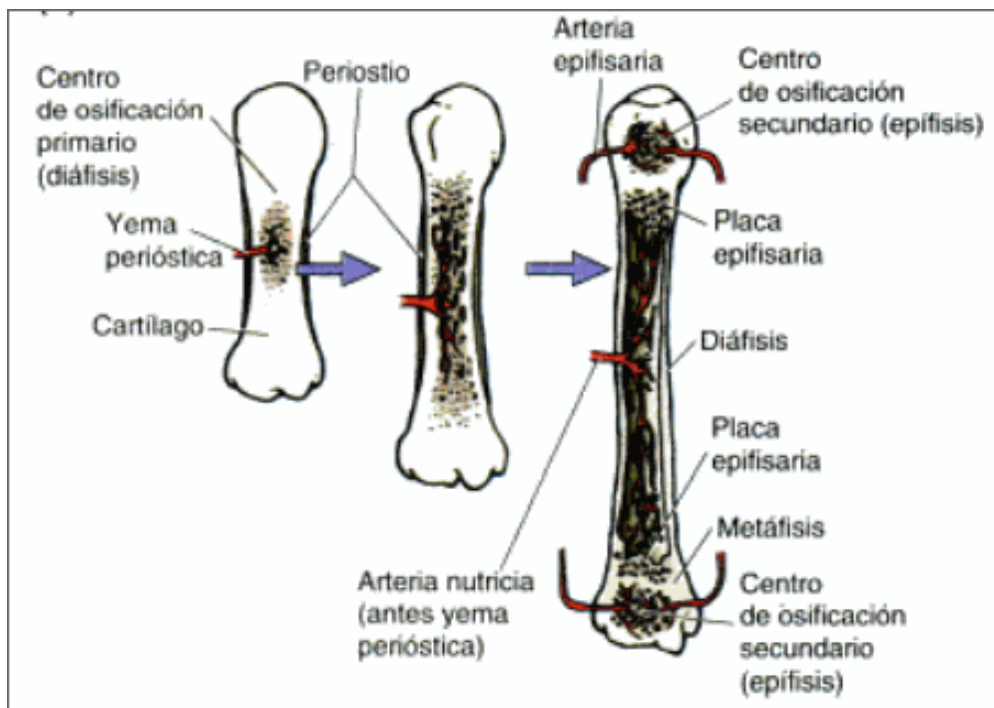


Fig. 4 Desarrollo y crecimiento de un hueso largo⁶.

Durante toda la vida se producen de manera simultánea formación ósea (osteogénesis) y destrucción ósea (resorción). Durante la infancia y adolescencia, la osteogénesis tiene un ritmo mayor que la resorción, y los huesos se vuelven más grandes. A partir de la edad adulta, la resorción excede a la osteogénesis. El esqueleto vivo funciona como un verdadero órgano, ricamente vascularizado, en el que se producen modificaciones

fisicoquímicas de enorme repercusión y estrechamente relacionadas con la nutrición¹.

2.2 La columna vertebral

Se extiende desde la base del cráneo hasta la pelvis y está compuesta por una serie de huesos irregulares. Las vértebras individuales se unen con ligamentos y poseen discos intervertebrales entre sus cuerpos⁷.

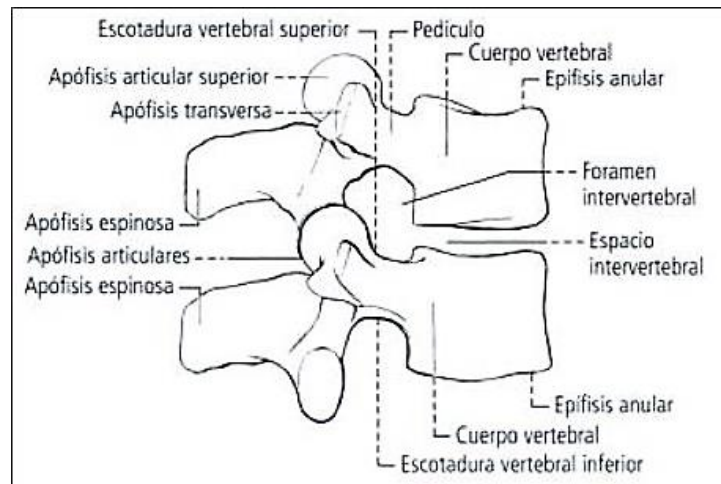


Fig. 5 Dos vértebras superpuestas, vista lateral¹.

2.2.1 Vértebras cervicales

La región cervical de la columna vertebral está formada por siete vértebras cervicales, que rodean la médula espinal y sus meninges. Los cuerpos vertebrales, alineados y situados en el centro, sostienen la cabeza, y las articulaciones intervertebrales facilitan la flexibilidad necesaria para permitir los movimientos cefálicos⁶.

La principal característica de todas las vértebras cervicales es la presencia de un foramen transverso en cada una de las apófisis transversas. Tienden a ser muy pequeñas porque no soportan mucho peso⁷ (fig. 6)⁶.

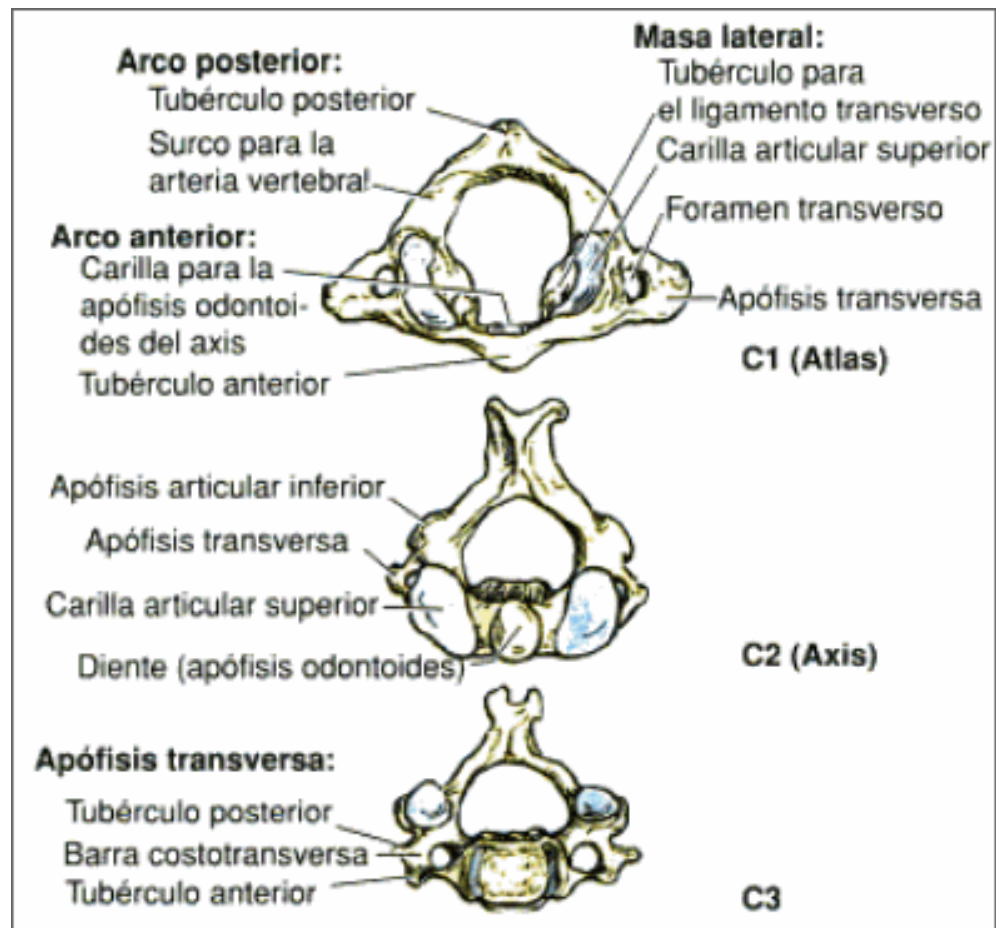


Fig. 6 Vista superior de las vértebras C1, C2 y C3 ⁶.

Características particulares:

Cuerpo: alargado transversalmente. En los extremos de su cara superior se observan pequeñas salientes: las apófisis unciformes (semilunares) del cuerpo; en los extremos laterales de la cara inferior: dos escotaduras para las apófisis unciformes de la vértebra subyacente. La cara anterior del cuerpo es cóncava en sentido vertical; la cara posterior es casi plana.

Pedículos del arco vertebral: emergen del cuerpo vertebral, oblicuos hacia atrás y lateralmente. Su extremo anterior se fija en la unión de las caras lateral y posterior del cuerpo; su extremo posterior se confunde atrás con la

lámina y lateralmente, con la apófisis articulares. Su cara medial contribuye a delimitar el foramen vertebral. El borde superior presenta una escotadura más marcada que la del borde inferior. Ambos bordes son espesos, por lo cual el foramen intervertebral se vuelve un verdadero conducto¹.

Apófisis articulares: Están situadas en los extremos del macizo apofisiario con el que se conectan la lámina, el pedículo y la apófisis transversa. Presentan dos carillas articulares: una superior, inclinada hacia atrás, arriba y ligeramente en dirección medial, y una inferior, orientada hacia abajo y adelante.

Foramen vertebral: Amplio, triangular, de base anterior, su diámetro transverso es casi el doble que su diámetro anteroposterior; corresponde a la intumescencia cervical de la médula espinal.

La forma de estas vértebras está adaptada a su movilidad: facetas articulares poco encajadas, foramen vertebral amplio y numerosas rugosidades para inserciones musculares (fig.7,8)¹.

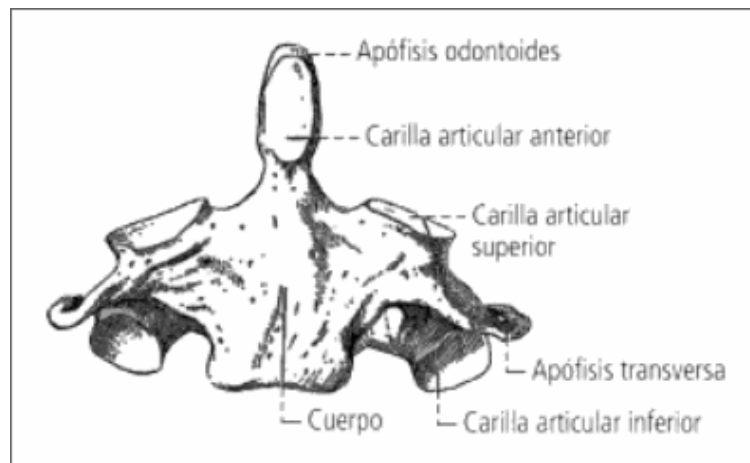


Fig. 7 Vista anterior de la C2¹.

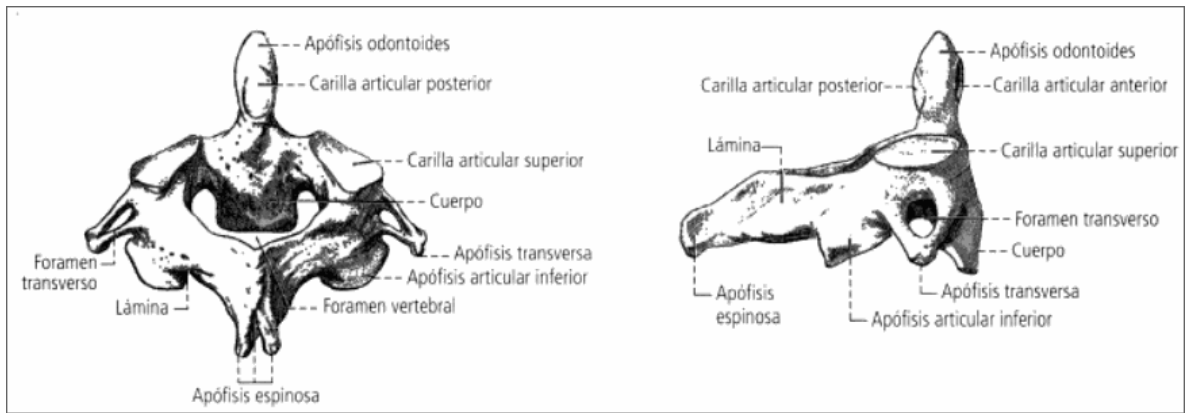


Fig.8 Vistas posterior y lateral derecha de la C2¹.

2.2.2 Osificación de las vértebras

Las vértebras comienzan a osificarse durante el periodo embrionario a modo de condensaciones mesenquimatosas alrededor de la notocorda. Después, estos modelos de hueso mesenquimatoso se condrifican y se forman vértebras cartilaginosas. Las vértebras típicas comienzan a osificarse al final del periodo embrionario (octava semana) y este proceso persiste durante la vida fetal. En cada vértebra cartilaginosa aparecen tres centros primarios de osificación: un centro endocondrial, en el cual constituirá la mayor parte de la vértebra, y dos centros pericordales, cada uno de ellos situados en cada mitad del arco neural².

En la pubertad surgen cinco centros secundarios de osificación en cada vértebra típica: uno en el extremo de la apófisis espinosa, otro en el extremo de cada apófisis transversa y dos epífisis anulares, una en el borde superior, y otro en el borde inferior del cuerpo².

2.3 Edad esquelética

Existen dos tipos diferentes de edad en un mismo individuo que pueden, o no, coincidir en un determinado momento de la vida:

Edad cronológica. Se define como la fecha de nacimiento o la edad calendario de un individuo. Se basa en el tiempo real⁸.

Edad biológica. Se define como el registro progresivo del individuo hacia la madurez, es una edad variable y tiene diversas categorías:

- Edad morfológica: es la altura y peso de un individuo.
- Edad esquelética: Registro del aumento progresivo óseo.
- Edad dental: Es un registro de la maduración dental y se subdivide en edad de calcificación y edad de erupción.
- Edad circumpuberal: Es un registro de la madurez sexual, marcado por la aparición de los caracteres sexuales secundarios, y es importante debido a la velocidad de crecimiento y desarrollo asociada con éste⁸.

Durante el proceso de crecimiento y desarrollo los individuos pasan por diferentes estadios que implican un grado de creciente maduración. Cada uno se caracteriza por tener un **pico de crecimiento**⁸.

2.3.1 Etapas de crecimiento y desarrollo del cuerpo humano

Gracias a diversos estudios, se han podido determinar los siguientes picos de crecimiento:

- Desde la concepción hasta el nacimiento: El periodo de crecimiento más rápido.
- Del nacimiento a los 6 años: En esta etapa existe una reducción gradual en la tasa de crecimiento.
- De los 7 a los 9 años: Es un periodo de crecimiento rápido durante la niñez.
- De los 12 a los 16 años: Se produce el crecimiento rápido en la pubertad.
- A los 17 años: Se reduce la cantidad de crecimiento⁸.

Así como hay una variación individual en los patrones de crecimiento, también hay en la tasa de crecimiento de los diferentes tejidos en un mismo

individuo y este problema aumenta cuando se considera la interacción entre factores genéticos y ambientales. Algunos ejemplos son:

- Antecedentes genéticos
- Antecedentes de trauma
- Enfermedades sistémicas
- Nutrición
- Niveles hormonales
- Hábitos
- Actividad física
- Situación socioeconómica

2.4 Métodos utilizados para establecer indicadores de maduración

Los métodos utilizados anteriormente para valorar la maduración ósea fueron basados en la determinación de la estatura, peso y desarrollo dental, con respecto a la edad cronológica y compararlos con estándares generales de población, este método era simple y a menudo efectivo, pero no tenía en cuenta aspectos como la raza, nutrición o genética. Se necesitaron más estudios para valorar la maduración biológica⁸.

Ahora contamos con numerosos recursos tecnológicos como la radiografía convencional, ultrasonido y tomografías para determinar de manera más confiable los cambios durante el crecimiento.

2.4.1 Radiografías carpales

La radiografía de mano y carpo se utiliza para calcular la edad ósea o maduración esquelética de un individuo en crecimiento.

En 1959, **Greulich, Pyle y Tanner**⁸ desarrollaron un método específico para valorar el desarrollo fisiológico, mediante la medición de los huesos largos de la mano a través de una radiografía.

En 1967, **Bjork A. y Helm S**⁹ realizaron un estudio longitudinal sobre el crecimiento de la cara; demostró una asociación clara entre la edad del máximo crecimiento estatural y la calcificación del hueso sesamoideo, el cual nunca se osifica después del pico de máximo crecimiento puberal, sino aproximadamente un año antes.

En 1976, **Grave y Brown**¹⁰ establecieron nueve estadios de maduración esquelética; el estadio tres se corresponde con el mínimo prepuberal; el cuatro con la aceleración del crecimiento puberal, el cinco con el pico máximo, y del seis al ocho ocurre el descenso de dicho crecimiento, completándose a nivel del estadio nueve.

2.4.2 Método de las vértebras cervicales

Las vértebras cervicales, como cualquier otra parte del organismo, sufren una serie de cambios a medida que el individuo se desarrolla.

En 1961 **Knutsson y cols**¹¹ describieron el crecimiento que tiene lugar en las vértebras del ser humano después del nacimiento, tanto en sentido vertical como horizontal; las vértebras cervicales presentan unos patrones de desarrollo y unos núcleos de osificación comparables a los huesos de la muñeca y de la mano. Por lo tanto, se pueden utilizar de forma más confiable para valorar la edad ósea del individuo, estudiando la modificación de las vértebras en cuanto a forma y tamaño.

En 1963 **Bench**¹² publicó un estudio en el que observa la relación entre el crecimiento de la mandíbula y las vértebras cervicales, además de la relación entre el crecimiento de la tercera vértebra y el descenso del hueso hioides; el concluye que todas las vértebras cervicales, a excepción de las dos primeras, crecen más en tamaño que su vecina superior, desde la edad infantil hasta la edad adulta. La edad vertebral se basa en la evaluación de diversos eventos de maduración y desarrollo que aparecen

en forma secuencial durante la madurez ósea, específicamente en las vértebras cervicales.

Aunque el método estándar para evaluar la maduración esquelética, ha sido el uso de radiografías carpales, en 1972 Lamparski¹³ concluyó que la evaluación de las vértebras cervicales, observables en una radiografía cefálica, son igual de efectivas. Encontró que los indicadores vertebrales cervicales fueron los mismos para hombres y mujeres, pero que en las mujeres producían cambios más tempranos. En su estudio, el 92% de las mujeres y el 96% de los hombres mostraron que la maduración cervical concuerda con lo encontrado en la técnica carpal de Fishman¹⁴ Por lo tanto, concluyó que con una radiografía cefálica lateral del cráneo se puede determinar el estadio de maduración ósea por medio de las vértebras cervicales.

Lamparski¹³ determinó que los indicadores de madurez son dos:

- Inicio y desarrollo de concavidades en el borde inferior del cuerpo vertebral.
- Incremento de la altura vertical del cuerpo de la vértebra, el crecimiento desigual de la parte posterior y la altura total del cuerpo vertebral, producen cambios morfológicos en la vértebra, que varían de su forma inicial trapezoidal, a rectangular, luego cuadrada y por último más alta que ancha (fig.9)¹³.

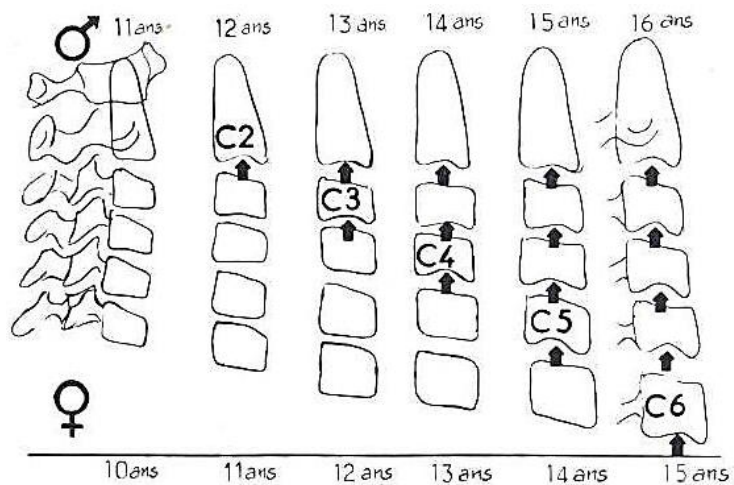


Fig. 9 Indicadores de madurez según Lamparski¹³.

Knutsson y Cols¹⁵ Describieron en 1961 el crecimiento que tiene lugar en las vértebras del ser humano después del nacimiento, tanto en sentido vertical como horizontal; las vértebras cervicales presentan unos patrones de desarrollo y unos núcleos de osificación comparables a los huesos de la muñeca y de la mano, por lo tanto se pueden utilizar de forma más confiable para valorar la edad ósea del individuo, estudiando la modificación de las vértebras en cuanto a forma y tamaño.

O'Reilly¹⁵. Estableció en 1988 seis estadios de desarrollo fácilmente identificables por las formas de las vértebras cervicales, concluyendo que los estadios 1 a 3 son anteriores al pico de crecimiento puberal, en todas las dimensiones de la mandíbula (fig.10)¹⁵.

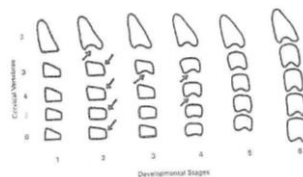


Fig. 10 Indicadores de maduración según O'Reilly¹⁵.

Hassel y Farman ¹⁶. en 1995, evaluaron la maduración esquelética usando la segunda, tercera y cuarta vértebra cervicales en las radiografías cefálicas lateral y el análisis de Fishman obtenido en la radiografía carpal, estableciendo correlaciones esqueléticas que pudieran existir entre ambas. Evaluó la presencia y ausencia de curvatura de C3 - C4 y la forma general de sus cuerpos, además de los espacios intervertebrales^{16,17}. Establecieron seis categorías (fig.11)¹⁶ que indican la maduración de las vértebras cervicales y su relación con la maduración del individuo. Se usó la nomenclatura SMI (Indicador de Maduración Esquelética), que se describe a continuación:

Categoría 1 o **INICIACIÓN**. Los bordes inferiores de C2, C3 y C4 se observaron planos, los bordes superiores inclinados en dirección pósterio - anterior y en general en forma de cuña. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un **85 a 100%**.

Categoría 2 o **ACELERACIÓN**. Se observa el desarrollo de concavidades en el borde inferior de C2 y C3, mientras que el borde inferior de C4 es plano. Los cuerpos de C3 y C4 tienen forma bastante rectangular. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un **65 a 85%**.

Categoría 3 o **TRANSICIÓN**. Se observan concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3 e inicio en C4. Los cuerpos vertebrales son de forma rectangular. Esta etapa se corresponde a una gran aceleración de crecimiento, que se acerca al pico de crecimiento. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un **25 a 65%**.

Categoría 4 o **DESACELERACIÓN**. Las vértebras son de forma cuadrada y sus bordes inferiores cóncavos. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un **10 a 25%**.

Categoría 5 o **MADURACIÓN**. Se observan las vértebras de forma cuadrada y sus bordes inferiores son cóncavos correspondiendo a la etapa de maduración final. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un **5 a 10%**.

Categoría 6 o **COMPLETACIÓN**. Se observan en las vértebras C2, C3 y C4 concavidades profundas en los bordes cuyos cuerpos se presentaron cuadrados o rectangulares con dimensión vertical mayor que la horizontal. **En esta fase ya se ha completado el crecimiento** (fig.11)¹⁶.

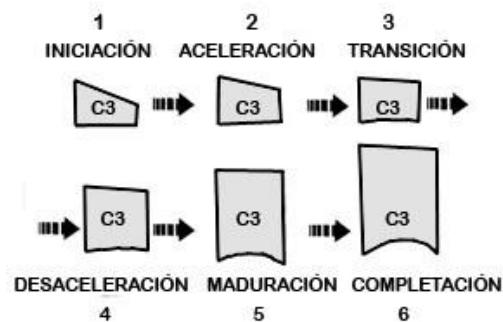


Fig. 11 Maduración de las vértebras cervicales¹⁶.

Tiziano Baccetti, Lorenzo Franchi, y James A. McNamara^{17,18} en 2005 mejoraron el método de Hassel y Farman. Definieron que un indicador ideal debe caracterizarse por:

- Eficacia en determinar el pico de crecimiento mandibular.
- Evitar exposiciones a rayos x adicionales.
- Fácil aplicación e interpretación.
- Consistencia en la interpretación de los datos (interexaminadores).
- Utilidad diagnóstica al anticipar el pico de crecimiento .

Las principales características del Método de Maduración Cervicovertebral (CVM), según lo descrito previamente por estos autores son:

- En cerca de un 95% de los sujetos norteamericanos, un intervalo en CVM coincide con el pico de crecimiento, tanto en crecimiento mandibular como estatura.
- Las vértebras cervicales estudiadas son posibles de analizar en radiografías laterales de cráneo utilizadas normalmente en la planificación de tratamientos de Ortodoncia,
- La reproducibilidad en la clasificación de las etapas de CVM es alta (98% en examinadores calificados)

En el análisis visual se observaron dos variables: la **concauidad en el borde inferior de la vértebra** y la **apariciencia** que se describe de cuatro formas:

- Trapezoidal: el borde superior desciende desde la parte posterior la anterior.
- Rectangular horizontal: la altura de los bordes anterior y posterior es igual, pero la longitud de los bordes longitudinales es mayor que la de los bordes verticales (la anchura es mayor que la altura).
- Cuadrada: todos los bordes longitudinales y verticales son iguales o parecidos en longitud.
- Rectangular vertical: la altura de los bordes anterior y posterior son iguales, pero los bordes superior e inferior tienen menor longitud que los bordes anterior y posterior (bordes verticales).

La aparición de una concauidad claramente visible en el borde inferior de C3 es una característica anatómica que en la mayoría de los casos indica que el individuo está en la etapa inmediatamente anterior al punto máximo del crecimiento mandibular¹⁷.

Baccetti^{17,18} realizó una modificación en los estadios de maduración de las vértebras cervicales del Hassel y Farman, los cuales se describen a continuación:

ESTADIO I (CMVS I): C3 y C4 tienen aspecto trapezoidal. Todos los bordes inferiores se observan planos. Con la posible excepción de una concavidad del borde inferior de C2. Se alcanzará el pico de crecimiento mandibular no antes de un año después de este estadio.

ESTADIO II (CMVS II): C3 y C4 presentan aspecto trapezoidal o rectangular horizontal. Se observan concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3. El pico de crecimiento mandibular podría ocurrir dentro de un año después de este estadio.

ESTADIO III (CMVS III): C3 y C4 presentan aspecto rectangular horizontal, se observan claramente concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4. El pico de crecimiento mandibular se ha producido entre uno y dos años antes de este estadio.

ESTADIO IV (CMVS IV): al menos uno de los cuerpos C3 y C4 presentan aspecto cuadrado y la otra vértebra presenta una forma rectangular horizontal. El pico de crecimiento mandibular se ha producido a no más tardar dos años antes de este estadio.

ESTADIO V (CMVS V): las concavidades en los bordes inferiores de los cuerpos C2, C3 y C4 son todavía evidentes. Al menos uno de los dos cuerpos de C3 y C4 es rectangular vertical. El pico de crecimiento mandibular se ha producido dos años antes de esta observación.

En el estudio de **Baccetti** se concluyó que este método se compone de cinco estadios de maduración frente a los seis que generalmente se utilizan. El punto de mayor crecimiento mandibular se produce entre el CVMS II y CVMS III. Este método es particularmente útil para evaluar a una

persona de la que solamente se posee una radiografía lateral de cráneo en la que se observa la columna cervical desde la segunda a la cuarta vértebra¹⁷ (fig.12)¹⁸.

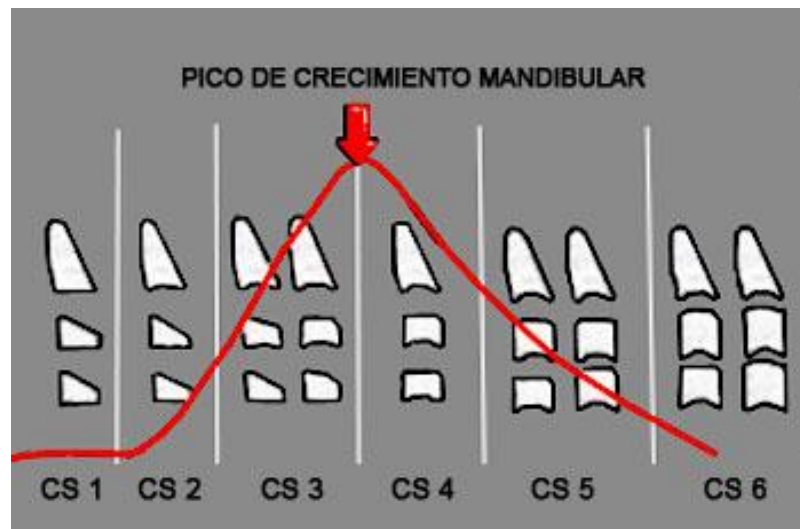


Fig. 12 Estadios del método de Baccetti¹⁸.

Tulio Silva Lara¹⁹ en 2007, propone un método simplificado, el cual consta sólo de analizar morfológicamente con una radiografía lateral de cráneo las vértebras C3 y C4.

De acuerdo con el análisis morfológico se clasifican en tres estadios¹⁹:

- Pre-pico: formato rectangular horizontal con borde inferior recto.
- Pico: formato rectangular horizontal con borde inferior curvo, especialmente encontrado en C4.
- Post-pico: formato rectangular vertical o cuadrado con borde inferior curvo.

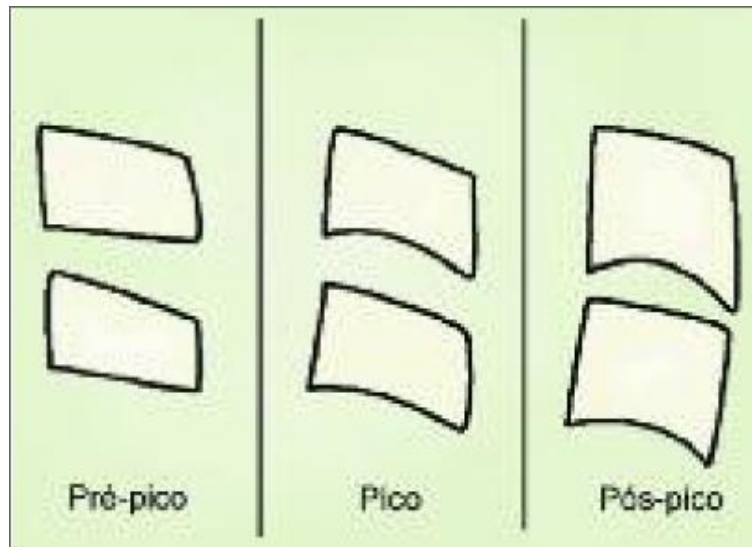


Fig. 13 Método simplificado para la obtención de la maduración ósea propuesto por Lara¹⁹.

2.5 Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada consiste en la obtención de imágenes del cuerpo en cortes transversales. Es una técnica especializada que registra de manera clara objetos localizados dentro de un determinado plano y permite la observación de una región con poca o ninguna sobreposición de estructuras²⁰.

La formación de la imagen se obtiene por medio de un haz de rayos X que registra un conjunto de imágenes cubriendo todo el campo de visión. Este proceso se repite produciendo mediciones para todos los ángulos posibles y para todas las distancias desde el centro. Sobre la base de todas estas medidas, cada punto del volumen de escaneado es reconstruido²¹.

Para adquirir un volumen de datos, existen dos modos de escaneo:

TC Secuencial (corte a corte) Se adquieren los datos de atenuación colocando al paciente en una mesa, la cual se mueve a la posición donde se procede a tomar la adquisición.

TC Espiral La mesa se mueve desde la posición inicial a la posición final, mientras que los datos de rayos X de atenuación son adquiridos y la información se adquiere de manera continua²¹.

Se pueden distinguir tres tecnologías computarizadas:

TC Mono-corte (Single-slice CT)

Tipo de escáner más antiguo. Desde una fuente de rayos X, un haz en abanico de rayos X se emite a través del objeto formando la imagen hacia una única matriz de detectores, la unidad de tubo detector rota alrededor del paciente (fig.14)²¹.

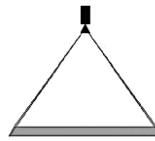


Fig. 14 TC Mono-corte ²¹.

TC Multi-corte (Multi-slice CT)

El escáner de TC multi-corte, introducido en 1998, permite la adquisición de varios sectores al mismo tiempo usando un conjunto de detectores adyacentes²⁰ En 2004, este sistema mejoró utilizando de 2 a 64 cortes. Esta tecnología implica imágenes más rápidas y una dosis reducida(fig.15)²¹.

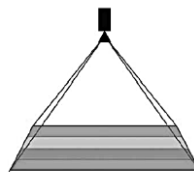


Fig. 15 Multi-slice CT ²¹.

TC Haz cónico (*Cone-beam CT*)

La tomografía computarizada de haz cónico, en inglés, *Cone Beam Computed Tomography (CBCT)*, o tomografía digital volumétrica fue desarrollada a finales de los años noventa con el fin de obtener escáneres tridimensionales del esqueleto maxilofacial con una dosis de radiación menor que la tomografía convencional. Se obtienen imágenes de una gran parte del cráneo mediante la rotación de un tubo detector, con los algoritmos de reconstrucción de haz cónico, se obtiene el volumen de datos. Dado que el enfoque de los dispositivos de formación de imágenes es el hueso, la dosis se puede reducir significativamente (fig.16)²¹.

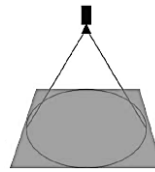


Fig. 16 Cone-beam CT²¹.

Los rayos X atenuados son capturados por los detectores del escáner y digitalizados. Posteriormente, los algoritmos de reconstrucción convierten estos datos en una sola rebanada o un conjunto de cortes; por lo tanto, las rebanadas tienen una naturaleza digital. Para la transmisión digital de los cortes, sea establecido un protocolo de comunicación específico abierto, Imagen Digital y Comunicaciones en Medicina (*DICOM*), el cual especifica un formato de archivo para el almacenamiento de cortes de CT como archivos digitales (fig.17)²¹.

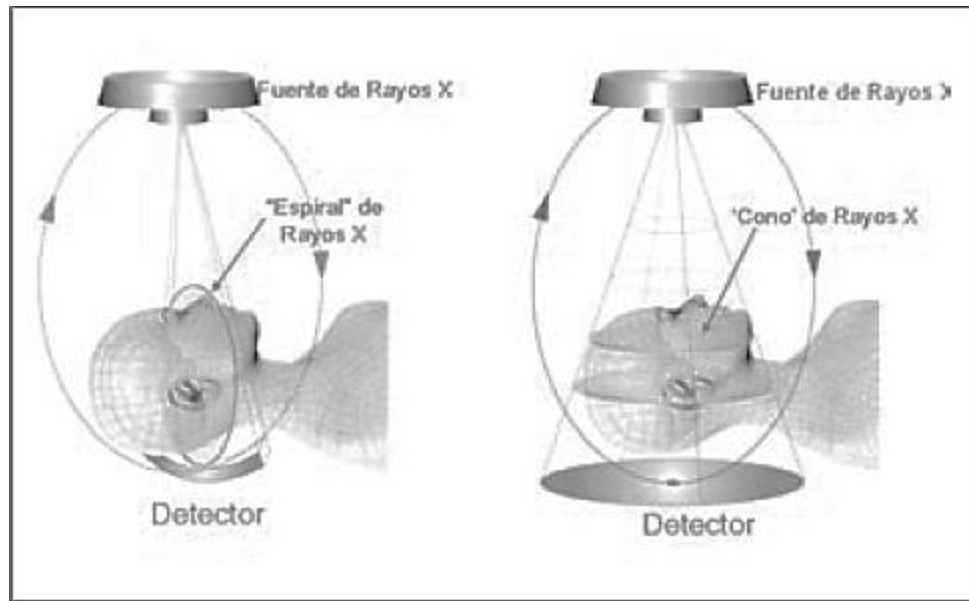


Fig. 17 Esquema que muestra la diferencia entre la adquisición de la imagen con tomografía convencional (TAC) (izquierda) y Haz cónico (Cone-beam) (derecha)²⁰.

2.5.1 Dosis de radiación

Como la imagen de la TC se basa en los rayos X, la dosis de radiación debe ser controlada. La dosis absorbida, es decir, la energía suministrada al material atravesado, se expresa en *grays* (Gy). Para su medición, se utiliza un polimetilmetacrilato (PMMA) con un diámetro de 160 mm y una longitud de 200 mm, en donde se insertan dosímetros²¹.

El daño biológico no solo varía con la energía absorbida, también depende en gran medida de la longitud de onda de la radiación. Para tomar en cuenta este efecto, la dosis absorbida tiene que ser multiplicada por un factor de ponderación de la radiación, produciendo la dosis equivalente²¹.

El daño inducido por la radiación también depende del órgano irradiado. El riesgo para el cáncer o trastornos genéticos para la dosis equivalente misma varía entre los órganos. Los factores de ponderación aceptados se definen por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en publicación ICRP 60. Debido al riesgo médico potencial de irradiación, la ICRP recomienda también mantener la magnitud

de las dosis individuales de examinación tan bajas como sea razonablemente posible²¹.

2.5.2 Visualización en 3D

El volumen de la imagen tomográfica consta de una matriz de 3-D de elementos de imagen, denominado **voxels**, con un rango de típicamente 12 bits en unidades *Hounsfield* (HU).

Cada voxel se caracteriza con una altura, anchura y profundidad. Un tamaño de voxel típico de una tomografía computarizada del complejo maxilofacial es $[v_x, v_y, v_z] = [0,4 \text{ mm } 0,4 \text{ mm } 1 \text{ mm}]$.

Cuando todos los cortes de TC están clasificados, se obtiene un bloque de datos de imagen (prisma rectangular). Así pues, la imagen de TC realiza una medición volumétrica de los valores de atenuación de rayos X y por lo tanto se aprecian las imágenes anatómicas del paciente en tres dimensiones (altura, profundidad y anchura)²¹.

Para construir una imagen tridimensional, los datos obtenidos se calculan y se obtiene una rebanada reconstruida (*reslice*) (fig.19)²⁰.

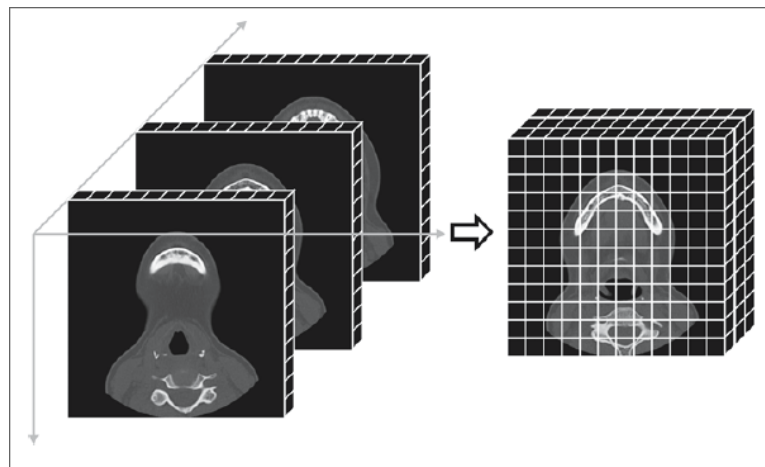


Fig. 19 Cortes tomográficos componen un bloque de datos de imagen 3D ²¹.

2.5.3 Uso de la tomografía computarizada de haz cónico en la odontología

Se ha usado en la odontología desde hace varios años para la correcta determinación de la topografía de las estructuras craneales y evitando las distorsiones encontradas en el examen radiográfico panorámico²².

Son diversas las áreas de la odontología en que la tomografía computarizada de haz volumétrico ha sido empleada:

- Implantología: Evaluación de la morfología, cantidad y calidad ósea.
- Periodoncia: Para verificar la fenestración ósea, altura de la cresta ósea alveolar y la lesión de furca.
- Endodoncia: Para verificar canales accesorios y fracturas radiculares.
- Cirugía : Evaluar fracturas, dientes incluidos y patologías.
- Ortodoncia: Apoyo al diagnóstico, medición, observación de la posición de los dientes antes de su erupción²².

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las radiografías convencionales se han usado desde hace muchos años en la odontología, y acarrear ciertos problemas como las repetidas exposiciones a rayos-X, errores en la posición del paciente provocando elongaciones y distorsión en la imagen, el impacto ambiental que producen los líquidos para revelar las radiografías al ser desechados, además de que son imágenes que no muestran volumen ni profundidad.

Para determinar el desarrollo óseo, se ha recurrido a utilizar métodos radiográficos observando las falanges de la mano, huesos de la muñeca y vértebras cervicales. Actualmente ya existe la tecnología para reemplazar las radiografías utilizando tomografías volumétricas de haz cónico, con la cual es posible determinar la maduración ósea mediante la observación de las vértebras cervicales, un método igual de confiable que la radiografía carpal, según estudios de Lamparski¹³ y además observar los cortes que requiramos.

Actualmente la tecnología digital ofrece grandes ventajas, ya que es posible hacer un análisis de las imágenes más exacto, e inclusive, contar con una visualización 3D, hacer mediciones con una precisión 1:1, y así determinar la maduración ósea de una manera más precisa.

Hace unos años la tomografía volumétrica de haz cónico era poco usada como apoyo en el diagnóstico debido a su alto costo; sin embargo, actualmente es más accesible económicamente, ya que sus costos han bajado considerablemente debido al aumento en su demanda.

4. JUSTIFICACIÓN

El odontólogo en su formación tiene, entre sus diferentes herramientas, a la tomografía computarizada de haz cónico, Avance que permitirá tener una mejor visualización del estado de nuestros pacientes en diversas áreas. Al familiarizarse con esta tecnología, se obtiene un rango más amplio para el diagnóstico y es posible ofrecer mejores tratamientos.

Para el diagnóstico y plan de tratamiento de los pacientes en edad de crecimiento, es fundamental establecer la edad ósea y así determinar el tiempo adecuado para proceder con los tratamientos adecuados, como la aparatología removible u ortopédica, y así disminuir su tiempo de uso. También es importante en los casos de maloclusiones esqueléticas para redirigir el crecimiento, evitar posibles tratamientos quirúrgicos de defectos óseos, prótesis maxilofacial y en los campos donde se requiera.

Con la tomografía volumétrica de haz cónico, el paciente sólo requiere una cita para su toma y se registran todas las imágenes claras de las vistas coronales, axiales, sagitales, una visualización 3D del estado dental y óseo, así como la facilidad de poder medir y analizar las imágenes sin alterar la tomografía. Con esta herramienta de diagnóstico se puede determinar la edad dental del paciente y alguna deformidad o patología que presente sin necesidad de radiografías; además, tiene la gran ventaja de corregir, a través de un algoritmo, las deformidades de las imágenes, proporcionando una mejor visualización con mayor exactitud.

5. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el estadio de la maduración ósea de las vértebras cervicales y relacionarla con la edad cronológica por edad y sexo.

Objetivos específicos:

- Determinar el estado de maduración morfológica por edad y sexo.
- Evaluar la angulación del borde inferior de las vértebras por edad y sexo.
- Analizar las medidas de las vértebras en su vista anterior con relación a su estadio de maduración por edad y sexo.

6. METODOLOGÍA

6.1 Material y método

Se realizó un estudio de tipo transversal en 46 tomografías computarizadas de haz cónico (CBTM), proporcionadas por el proyecto PAPIME 207511, las cuales se tomaron a pacientes pediátricos con consentimiento de sus tutores para participar en el proyecto.

En este trabajo se utilizó el método planteado originalmente por Lamparski y mejorado por Baccheti et al. (fig.20)¹⁹ para determinar la maduración ósea de las vértebras cervicales, el cual se había utilizado únicamente en radiografías laterales de cráneo, que sólo nos dan una vista plana. En cambio, con la tecnología del software para visualizar la tomografía (*OnDemand3D*) se analizará las vértebras cervicales C2, C3 y C4 de los pacientes en sus tres dimensiones: vista lateral derecha, lateral izquierda y anterior.

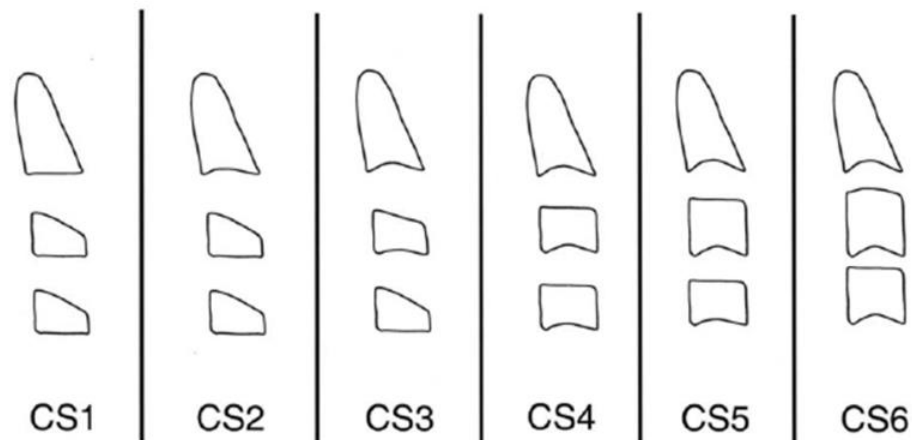


Fig. 20. Estadios de maduración establecidos por Baccheti.

En las vistas laterales de las imágenes extraídas de la vista sagital de las tomografías, se compararon las vértebras con los parámetros establecidos por Baccheti:

a) Presencia o ausencia de la concavidad del borde inferior del cuerpo de las vértebras C2, C3 y C4, observando los puntos cefalométricos.

b) Morfología del cuerpo de las vértebras C3 y C4, con base a las siguientes formas (Fig 21)¹⁹:

- Trapezoidal: El borde superior descende de posterior a anterior.
- Rectangular horizontal: la altura de los bordes posterior y anterior son iguales; los bordes superior e inferior son iguales entre sí y más largos que los bordes posterior y anterior.
- Cuadrada: los bordes posterior, anterior, superior e inferior son iguales.
- Rectangular vertical: los bordes posterior y anterior son más largos que los bordes superior y anterior.

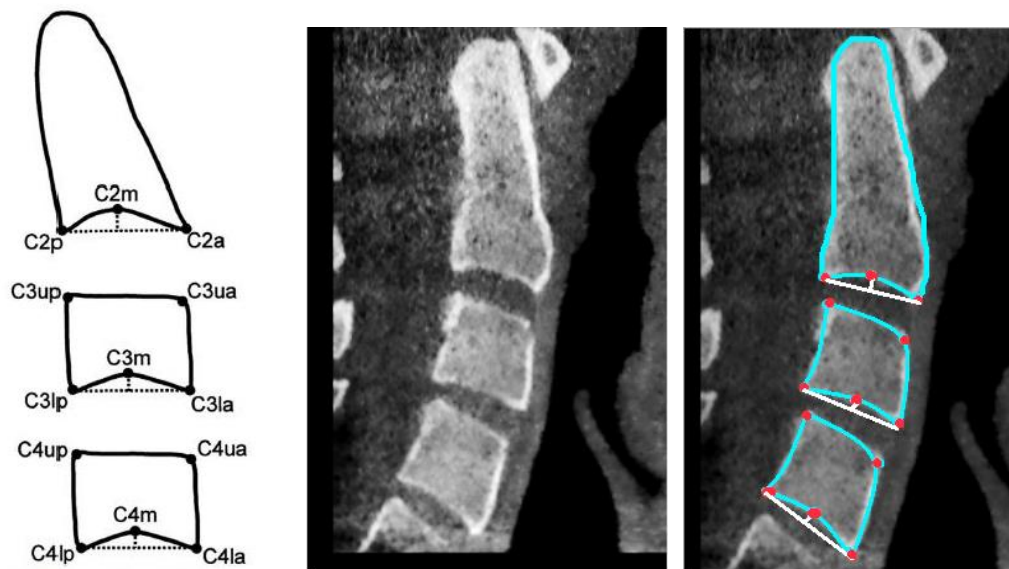


Fig. 21. Puntos cefalométricos utilizados para analizar las características morfológicas¹⁹



Fig. 22. Vista lateral derecha e izquierda de las vértebras C2, C3, C4.^{F.D.}

- La angulación de la concavidad del borde inferior del cuerpo de las vértebras C2, C3 y C4 en su vista lateral derecha e izquierda²³.
- La angulación de la unión del borde anterior con el borde superior del cuerpo de la C3 y C4 en su vista lateral derecha e izquierda²³.
- Se promediaron los resultados de las medidas lateral izquierda y derecha de cada paciente (fig. 23,24) ^{F.D.}

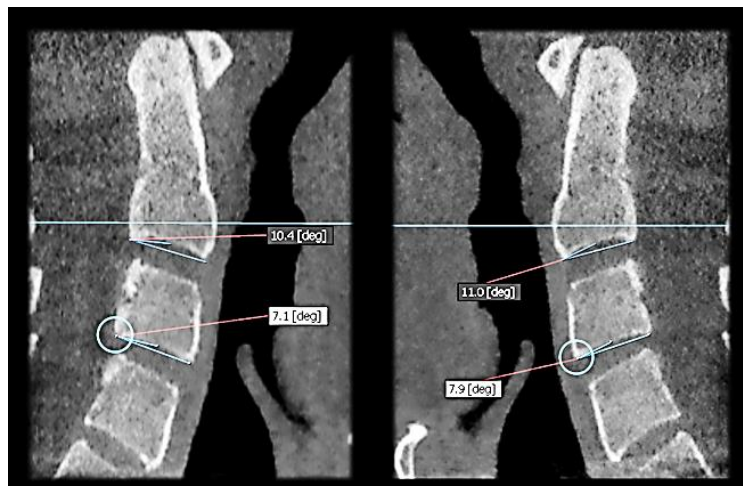


Fig. 23 Angulación de los bordes inferiores de la C2 y C3 en su vista lateral derecha e izquierda ^{F.D.}



Fig 24. Angulación de la unión del borde anterior con el borde superior del cuerpo de la C3 en su vista lateral izquierda ^{F.D.}

En la vista anterior 3D de las vértebras (fig.25) ^{F.D.} se tomaron medidas de:

- La distancia desde el punto más saliente de la apófisis transversa derecha, hasta el punto más saliente de la apófisis transversa izquierda de la C2 y C3.
- La altura desde el punto más inferior de la base el cuerpo vertebral hasta el punto más alto de la apófisis odontoides de la C2.
- La longitud de la base del cuerpo de la C2 y C3.

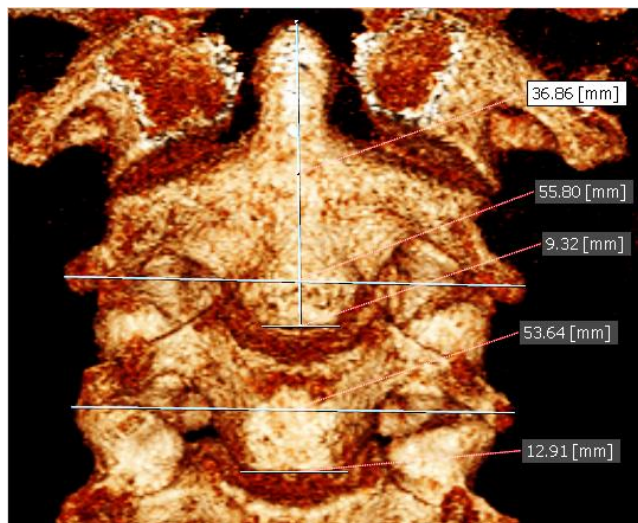


Fig. 25 Medición de las vértebras C2 y C3. ^{F.D.}

6.2 Estudio y Variables

- **Tipo de estudio:** Transversal.
- **Población de estudio:** Tomografías producto del proyecto PAPIME 207511
- **MuestraTotal:**
 - 63 tomografías
 - Incluidas en el estudio: 55
 - Excluidas del estudio: 7
- **Criterios de inclusión**
 - Tomografías de pacientes que tengan entre 5 y 14 años de edad sin distinción de sexo.
 - Tomografías que permitan su visualización y análisis a través del software *OnDemand 3D*
- **Criterios de exclusión**
 - Tomografías que a nivel cervical presenten alguna imagen radiopaca.
 - Tomografías de pacientes que presenten enfermedades del desarrollo.
- **Análisis de Información**
 - Se determinarán las medidas en milímetros de las vértebras C2,C3 y C4, y la información se presentará en función a promedios, porcentajes y razones por edad y género utilizando el programa SPSS V 20.
- **Recursos**
 - **Materiales:** Computadoras, tomografías volumétricas de haz cónico tomadas por el laboratorio Diagnóstico Radiodental (Uxmal 805, Benito Juárez) , Software *OnDemand3D*.
- **Variables de estudio**
 - Sexo, edad, maduración ósea, dentición mixta.

6.2 Operacionalización y conceptualización de las variables

Tabla 1. Variables, su definición conceptual y operacionalización en este estudio ^{F.D.}

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	OPERACIONALIZACION
Sexo	Condición orgánica que distingue a las mujeres de los hombres.	Se registrará como femenino o masculino
Edad	Tiempo transcurrido en años desde el nacimiento hasta el momento de aplicar el estudio	Se registrará como número de años cumplidos en el momento del estudio, tomando en cuenta las siguientes edades: De 5 a 16 años
Maduración ósea	Proceso de desarrollo y crecimiento de los huesos la cual resulta de un conjunto de fenómenos anatómicos, histológicos y fisiológicos que transforman un tejido conjuntivo diferenciado en tejido óseo.	Se clasificarán de acuerdo a los estadios de maduración establecidos por Bacceti
Dentición Mixta	Periodo basado en el recambio dental (exfoliación de la dentadura temporal y erupción de la definitiva).	Se registrará como: 1.Dentición temporal 2.Dentición permanente

6.3 Pregunta de investigación

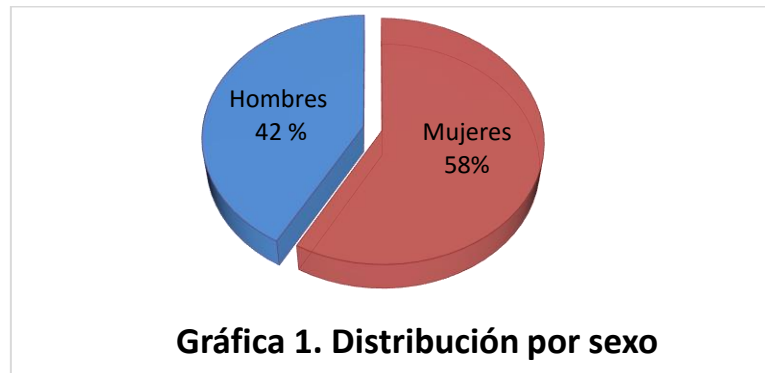
¿Las tomografías volumétricas pueden determinar el estadio de la maduración ósea de las vértebras cervicales?

¿Existen cambios morfológicos en las vistas anteriores de las vértebras cervicales con relación a su estadio de maduración?

7. RESULTADOS

Para el análisis de la maduración ósea se obtuvieron en total 55 tomografías que cumplieron con los criterios de inclusión antes mencionados.

Del total de muestras, 23 fueron hombres, resultando en un 42% de la población total y 32 mujeres que representaron el 58% restante. (Gráfica1^{F.D.}).



7.1 Morfología

Para determinar el estadio de Bacetti, se comparó a las vértebras con las formas anatómicas mencionadas por este autor, en las imágenes obtenidas de las tomografías. Estas referencias se basan en la observación e interpretación, por lo que pueden variar de persona a persona, como podemos ver en la siguiente imagen de cuatro muestras del estudio de pacientes femeninas. (Fig 25 ^{F.D.}), se pueden prestar a una incorrecta interpretación de las formas geométricas.

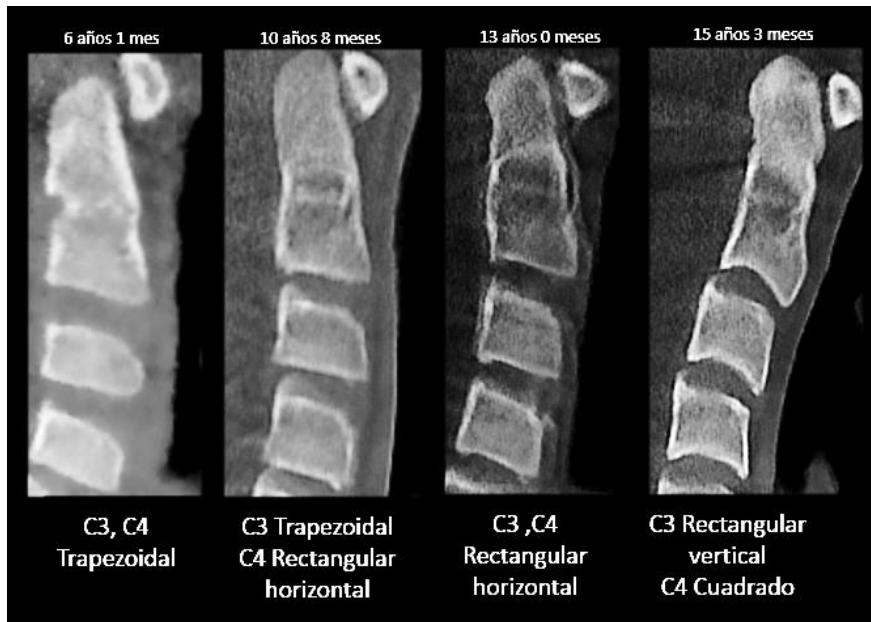


Fig. 25 .Vistas laterales de las vértebras cervicales C2, C3 y C4 y su interpretación morfológica F.D

Referencias morfológicas de las vistas laterales de las tomografías con los parámetros establecidos por Baccteti y su estadio en el sexo femenino (Tabla 2 F.D) y en el sexo masculino (tabla 3 F.D).

Tabla 2. Morfología del cuerpo de las vértebras y estadio de Baccteti según sus parámetros morfológicos en el sexo femenino.

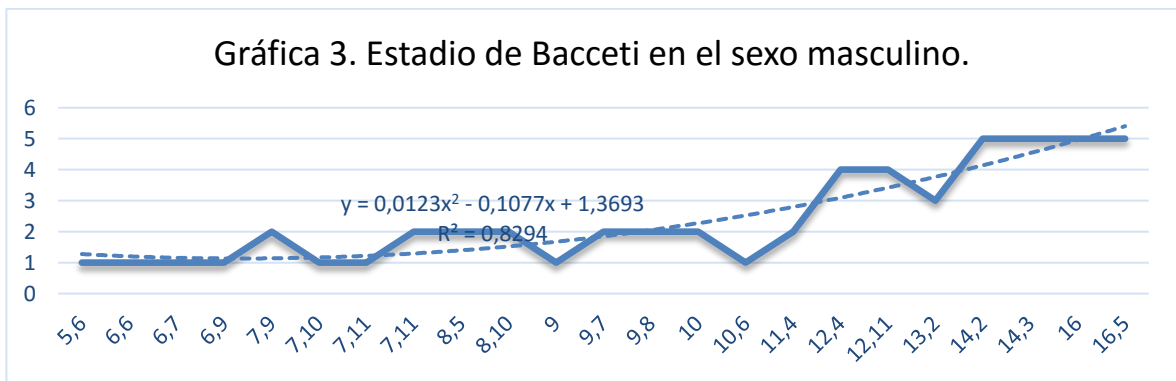
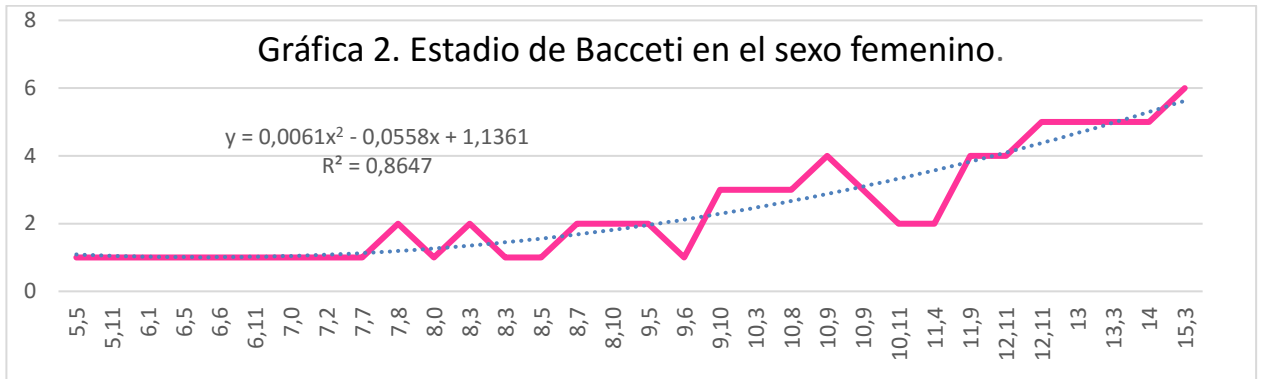
Años, meses	C3	C4	Estadio de Baccteti
5,5	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
5,11	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
6,1	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
6,5	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
6,6	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
6,11	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
7	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
7,2	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
7,7	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
7,8	Trapezoidal	Rectangular horizontal	Cs2
8	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
8,3	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs2
8,3	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
8,5	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
8,7	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs2
8,10	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs2

9,5	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs2
9,6	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
9,10	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs3
10,3	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs3
10,8	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs3
10,9	Cuadrado	Rectangular horizontal	Cs4
10,9	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs3
10,11	Rectangular horizontal	Trapezoidal	Cs2
11,4	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs2
11,9	Cuadrado	Rectangular horizontal	Cs4
12,11	Cuadrado	Rectangular horizontal	Cs4
12,11	Cuadrado	Cuadrado	Cs5
13	Cuadrado	Cuadrado	Cs5
13,3	Cuadrado	Cuadrado	Cs5
14	Rectangular vertical	Cuadrado	Cs5
15,3	Rectangular vertical	Rectangular vertical	Cs6

Tabla 3. Distribución de la Morfología del cuerpo de las vértebras y estadio en el sexo masculino ^{F.D}

Años, meses	C3	C4	Estadio de Bacceti
5,6	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
6,6	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
6,7	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
6,9	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
7,9	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs2
7,10	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
7,11	Trapezoidal	Rectangular horizontal	Cs1
7,11	Trapezoidal	Rectangular horizontal	Cs2
8,5	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs2
8,10	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs2
9	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
9,7	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs2
9,8	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs2
10	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs2
10,6	Trapezoidal	Trapezoidal	Cs1
11,4	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs2
12,4	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs4
12,11	Cuadrado	Rectangular horizontal	Cs4
13,2	Rectangular horizontal	Rectangular horizontal	Cs3
14,2	Cuadrado	Cuadrado	Cs5
14,3	Rectangular vertical	Cuadrado	Cs5
16	Rectangular vertical	Cuadrado	Cs5
16,5	Rectangular vertical	Cuadrado	Cs5

Al obtener las referencias morfológicas y el estadio de Bacceti, en las gráficas 2 y 3 se observa una curva que representa el crecimiento y la maduración osea respecto a la edad (gráfica 2,3 ^{F.D}):



7.2 Mediciones

De acuerdo a la morfología encontrada en las vértebras de las tomografías, se determinó los siguientes por medio de las siguientes mediciones en la vértebra C2, C3 y C4: parámetros, se procedió a realizar las siguientes mediciones (Fig 26 ^{F.D}):

- Distancia del punto más superior al punto más inferior del borde posterior de la C2, C3 y C4 en la vista lateral derecha e izquierda.

- Distancia del punto más anterior al punto más posterior del borde inferior de la C2, C3 y C4 en la vista lateral derecha e izquierda.

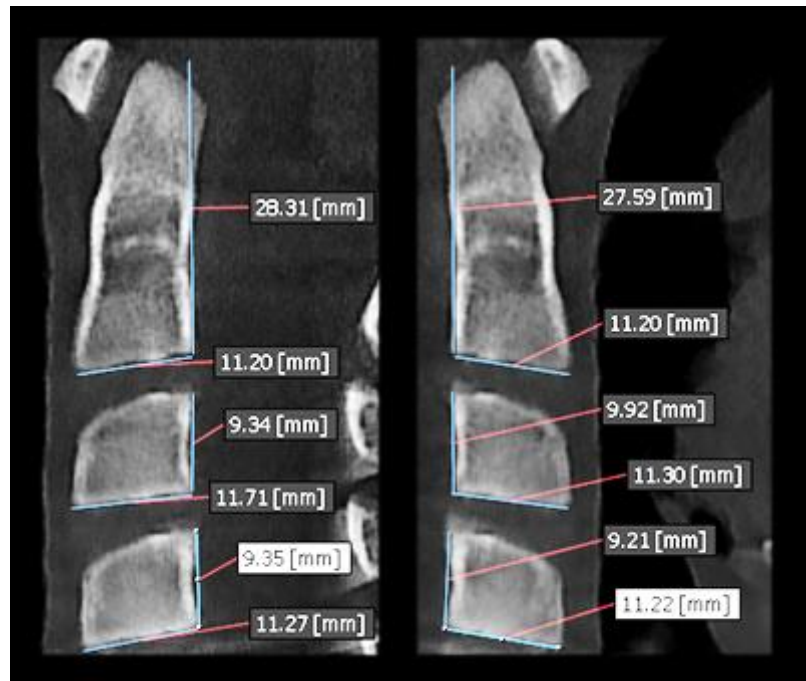


Fig 26. Medidas tomadas en las vértebras C2, C3 y C4 en las vistas lateral izquierda y derecha.

Se promediaron los resultados de las medidas lateral izquierda y derecha de cada paciente del sexo femenino (tabla 4 ^{F.D}) y del sexo masculino (tabla 5 ^{F.D}).

Tabla 4. Promedio de las mediciones derecha e izquierda de las vértebras C2, C3 y C4 en el sexo femenino

Años, meses	Borde posterior C2	Borde inferior C2	Borde posterior C3	Borde inferior C3	Borde Posterior C4	Borde inferior C4
5,5	20.265	9.595	5.6	9.785	5.195	10.09
5,11	21.08	10.095	5.795	10.11	5.045	10.13
6,1	21.465	10.36	5.695	10.24	5.94	9.125
6,5	25.665	10.75	7.01	10.545	6.655	11.015
6,6	26.085	9.61	7.865	10.125	7.305	9.35
6,11	23.4	10.075	6.245	10.145	7.45	10.45
7	20.7	9.235	5.38	9.83	5.31	9.745
7,2	24.5	10.75	6.32	11.2	6.555	11.035
7,7	23.25	10.395	6.96	10.34	6.275	10.46
7,8	22.595	10.47	5.855	10.225	5.935	9.91
8	24.17	12.57	6.33	11.905	7.245	11.32
8,3	24.76	11.535	8.1	11.845	7.665	11.845

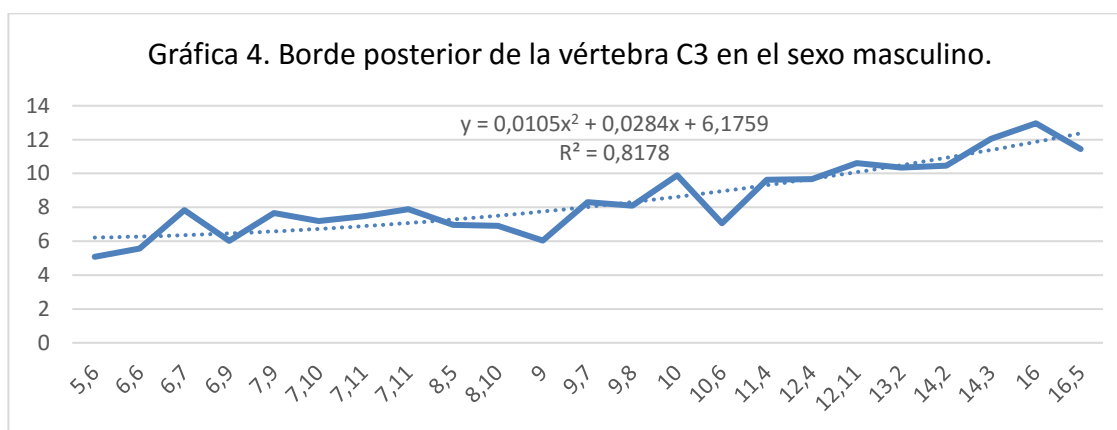
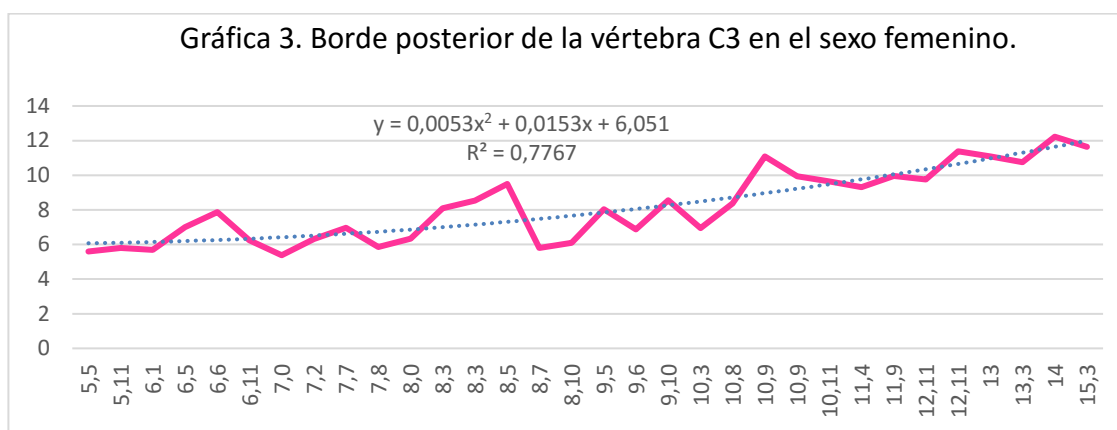
8,3	27.28	12.785	8.53	12.67	8.42	12.335
8,5	28.515	11.055	9.49	11.21	9.5	12.025
8,7	21.08	10.095	5.795	10.11	4.045	10.53
8,10	24.38	11.355	6.095	10.81	6.415	10.625
9,5	26.905	10.515	8.04	10.52	8.735	10.585
9,6	27.42	12.96	6.88	13.295	7.795	12.615
9,10	26.7	11.83	8.55	11.48	8.25	10.985
10,3	26.29	11.195	6.94	10.825	7.41	10.565
10,8	28.54	12.855	8.365	12.315	7.365	11.655
10,9	29.055	11.81	11.085	12.6	11.47	13.185
10,9	31.175	12.775	9.945	13.04	9.335	12.83
10,11	28.465	12.725	9.635	12.06	9.455	11.55
11,4	28.23	11.375	9.31	10.815	8.07	10.955
11,9	27.075	11.805	9.95	12.415	9.845	12.97
12,11	27.89	12.005	9.75	13.225	9.585	13.18
12,11	26.315	12.135	11.38	12.245	11.275	13.1
13	29.975	12.69	11.085	12.485	10.215	11.645
13,3	29.87	12.85	10.76	13.95	10.58	14.255
14	20.75	10.91	12.225	11.815	12.455	11.655
15,3	33.06	12.175	11.645	11.955	12.13	12.315

Tabla 5. Promedio de las mediciones derecha e izquierda de las vértebras C2, C3 y C4 en el sexo masculino ^{F.D.}

Años, meses	Borde posterior C2	Borde inferior C2	Borde posterior C3	Borde inferior C3	Borde Posterior C4	Borde inferior C4
5,6	20.88	10.63	5.08	10.85	4.885	11.21
6,6	22.075	10.465	5.565	9.87	5.445	9.585
6,7	27.215	11.875	7.835	12.19	7.155	13.18
6,9	21.28	8.735	6.015	9.3	6.08	10.52
7,9	26.235	9.875	7.665	10.46	7.385	10.8
7,10	24.43	11.89	7.19	11.9	6.445	11.685
7,11	26.35	11.17	7.475	11.56	6.745	11.49
7,11	30.58	12.39	7.9	12.96	7.13	12.945
8,5	25.445	11.175	6.96	11.31	6.56	11.4
8,10	26.68	12.04	6.915	11.805	6.35	11.45
9	26.62	11.76	6.035	11.745	6.31	11.335
9,7	25.125	11.65	8.305	11.67	8.035	11.695
9,8	28.345	12.11	8.09	11.78	8.995	12.01
10	30.3	13.505	9.895	14.205	9.75	13.85
10,6	26.36	11.795	7.055	11.51	6.44	10.915
11,4	27.95	11.2	9.63	11.505	9.28	11.245
12,4	29.74	12.21	9.67	12.84	8.9	12.6
12,11	29.53	13.745	10.61	14.86	11.285	14.565

13,2	29.595	13.57	10.355	13.56	9.235	14.17
14,2	31.47	13.115	10.455	13.18	10.61	13.13
14,3	32.195	14.545	12.055	14.245	11.455	13.54
16	33.8	13.685	12.965	14.26	13.15	14.585
16,5	33.215	14.225	11.445	14.17	11.28	14.12

En base a estas mediciones, se observó un cambio significativo en cuanto a la edad y la medida de la distancia del punto más anterior al punto más posterior del borde inferior de C3 en el sexo femenino (gráfica 3 ^{F.D}) y en el sexo masculino (gráfica 4 ^{F.D}) con respecto a la edad (Correlación lineal).



7.3 Ángulos

Se registró la angulación de la concavidad del borde inferior del cuerpo de las vértebras C2, C3 y C4 y la angulación de la unión del borde anterior con el borde superior del cuerpo de la C3 y C4 en su vista lateral derecha e izquierda (Fig 27).

Se promediaron los resultados de las medidas lateral izquierda y derecha de cada paciente.



Fig 27. Angulaciones en las vértebras C2, C3, C4. F.D

En las mediciones de los ángulos del cuerpo de las vértebras C2 y C3 del sexo femenino (tabla 6 F.D) y sexo masculino (tabla 7 F.D), se observó un cambio significativo en cuanto a la angulación del borde inferior de la C2 del sexo femenino (gráfica 5 F.D) y del sexo masculino (gráfica 6 F.D) con respecto a la edad.

Tabla 6. Promedio de las angulaciones derecha e izquierda de las vértebras C2, C3 y C4 en el sexo femenino.

Años, meses	Angulo C2 inferior	Angulo C3 superior	Angulo C3 inferior	Angulo C4 superior	Angulo C4 inferior
5,5	0	121.5	0	108	0
5,11	0	114.5	0	112.8	0
6,1	0	110.3	0	108.2	0
6,5	0	105.8	0	111.2	0
6,6	3.65	116.85	0	112.8	0
6,11	1.95	116.8	0	110	0
7	0.6	112.05	0	106.35	0
7,2	1	103.35	0	106.25	0
7,7	1.7	119.2	4.6	117.05	0

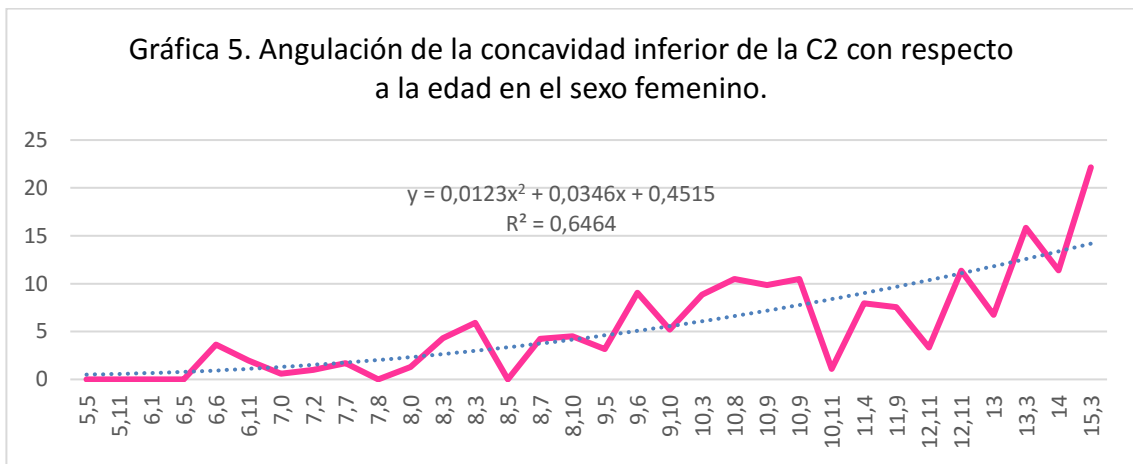
7,8	0	112.5	0	107.35	0
8	1.3	118.95	0	119.9	0.5
8,3	4.3	115.45	0	115.45	0
8,3	5.9	118.55	0	114.95	0
8,5	0	111.7	0	111.5	0
8,7	4.25	115.8	1.05	112.6	0
8,10	4.5	113.55	2.65	115.85	0
9,5	3.15	112.4	1.4	59.3	0
9,6	9.065	110.05	0	105.9	0
9,10	5.2	116.9	3.05	111.7	3
10,3	8.85	112.9	9	115.55	9.885
10,8	10.5	113.4	7.1	116.95	4.7
10,9	9.85	108.55	13.1	111.85	10.5
10,9	10.5	114.15	11.6	112.55	9.35
10,11	1.1	115.75	1.5	113.6	0
11,4	7.95	115.55	9	112.95	0
11,9	7.55	115.65	11.6	115.6	1.35
12,11	3.35	111.4	6.6	106.45	2.7
12,11	11.35	107.3	13.9	109.1	6
13	6.75	113.9	5.3	112.25	7.9
13,3	15.85	102.6	14.55	108.1	10.6
14	11.4	106.4	17.3	105.3	18.05
15,3	22.15	109.5	18.35	115.1	18.05

Tabla 7. Promedio de las angulaciones derecha e izquierda de las vértebras C2, C3 y C4 en el sexo masculino

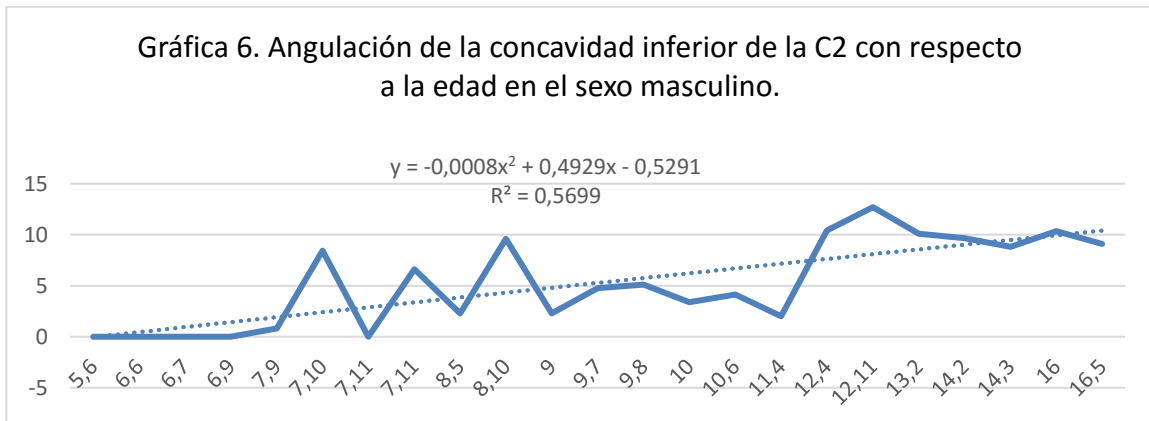
Años, meses	Angulo C2 inferior	Angulo C3 superior	Angulo C3 inferior	Angulo C4 superior	Angulo C4 inferior
5,6	0	121.1	0	124	0
6,6	0	114.85	0	104.6	0
6,7	0	111.05	0	108.8	0
6,9	0	105.1	0	103.85	0
7,9	0.8	110.05	0	110.15	0
7,10	8.45	109.5	0	104.3	0
7,11	0	122.3	0	113.5	0
7,11	6.6	124.15	4.45	112.95	0
8,5	2.3	112.35	5.55	112.55	0
8,10	9.6	114.55	6.65	113.1	0
9	2.3	103.9	0	104.2	0
9,7	4.75	114.15	1	106.9	0
9,8	5.1	112.2	2.25	110.95	0
10	3.4	121.95	3.5	119.45	0
10,6	4.15	111	0	102.05	0

11,4	2	112.35	0	109.95	0
12,4	10.4	110.25	8.85	111.4	5.7
12,11	12.7	109.4	10.55	112.95	7.95
13,2	10.11	115.65	6.75	115.3	5.05
14,2	9.65	107.85	10.045	110.5	9.6
14,3	8.8	107.5	13.1	108.35	12.95
16	10.35	107.25	8.45	108.3	10.05
16,5	9.1	113.8	7.8	113.75	4.5

Gráfica 5. Angulación de la concavidad inferior de la C2 con respecto a la edad en el sexo femenino.



Gráfica 6. Angulación de la concavidad inferior de la C2 con respecto a la edad en el sexo masculino.



7.4 Vista anterior de las vértebras cervicales

En la vista anterior 3D de las vértebras cervicales se registraron las medidas de:

- La distancia desde el punto más saliente de la apófisis transversa derecha, hasta el punto más saliente de la apófisis transversa izquierda de la C2 y C3.
- La altura desde el punto más inferior de la base el cuerpo vertebral hasta el punto más alto de la apófisis odontoides de la C2.
- La longitud de la base del cuerpo de la C2 y C3 (Fig. 28).

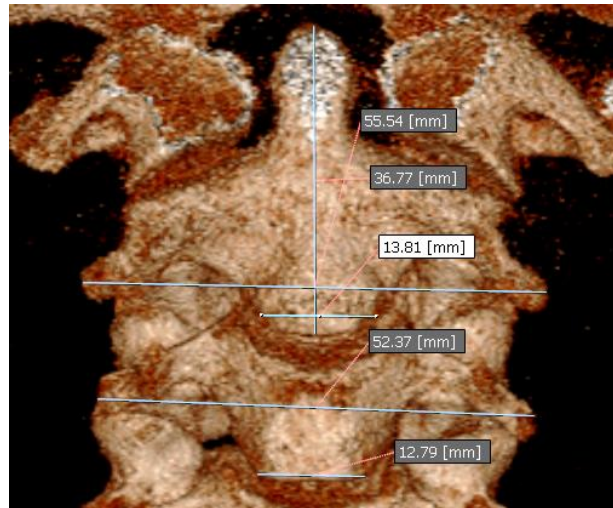


Fig 28.Vista anterior 3D con las mediciones correspondientes.

Se registraron las medidas de la C2 y C3 en el sexo femenino (tabla 8 ^{F.D.}) y del sexo masculino (tabla 9 ^{F.D.}).

Tabla 8. Promedio de las medidas en la imagen 3D de las vértebras en el sexo femenino ^{F.D.}

Años, meses	largo C2	altura C2	borde inferior C2	largo C3	borde inferior. C3
5,5	41.72	22.44	11.18	42.38	12.27
5,11	42.42	20.75	16.35	41.73	12.48
6,1	40.76	26.55	15.72	41.8	13.6

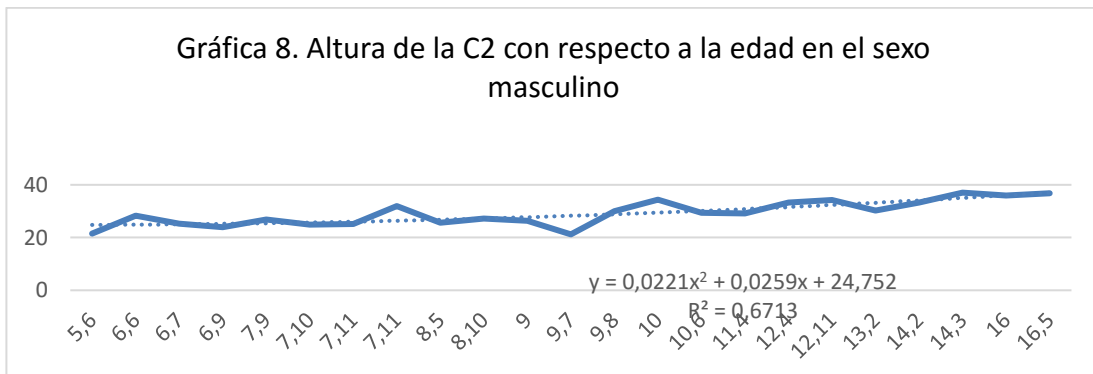
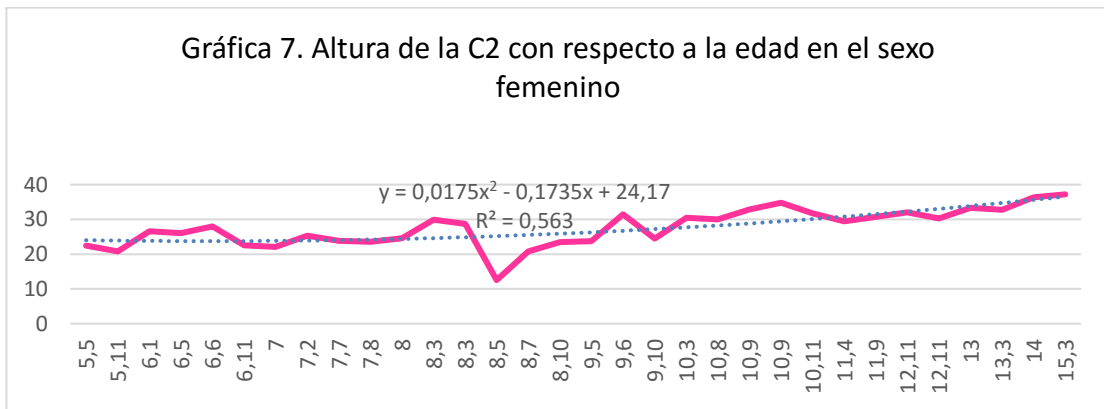
6,5	43.23	26	15.93	44.23	15.65
6,6	45.16	27.95	13.3	45.42	14.57
6,11	38.7	22.53	14.69	40.43	13.57
7	38.28	22.05	13.65	38.44	13.14
7,2	43.28	25.29	14.28	44.8	13.84
7,7	41.4	23.83	13.66	43.11	14.85
7,8	46.78	23.58	16.77	43.34	15.79
8	38.05	24.54	12.38	42.04	12.4
8,3	45.61	29.93	12.71	46.83	14.75
8,3	44.96	28.71	15.21	46.79	16.13
8,5	48.23	12.52	49.12	12.89	12.12
8,7	42.42	20.75	16.53	41.73	12.48
8,10	46.14	23.42	11.72	44.7	11.96
9,5	43.19	23.72	12.53	44.26	12.62
9,6	47.33	31.44	13.83	44.78	12.77
9,10	46.75	24.43	11.26	46.34	12
10,3	46.41	30.43	12.44	45.41	12.3
10,8	46.23	29.97	12.03	43.19	12.25
10,9	48.41	32.84	13.67	47.9	12.82
10,9	47.04	34.76	12.57	48.12	13.73
10,11	43.73	31.75	14.98	46.63	13.29
11,4	44.6	29.48	13.15	41.61	13.01
11,9	47.33	30.69	14.33	47.19	13.02
12,11	46.76	32.03	13.22	45.66	13.49
12,11	47.87	30.24	12.32	45.8	13.2
13	48.22	33.34	12.14	47.97	12.14
13,3	44.53	32.75	12.49	45.83	13.9
14	48.03	36.31	15.87	48.87	15.27
15,3	54.2	37.21	13.75	54.48	14.79

Tabla 9. Promedio de las medidas en la imagen 3D de las vértebras en el sexo masculino ^{F.D}

Años, meses	largo C2	altura C2	borde inferior C2	largo C3	borde inferior. C3
5,6	41.74	21.52	11.5	41.57	11.79
6,6	41.24	28.36	14.04	41.67	12.27
6,7	44.3	25.23	14.57	44.66	13.72
6,9	42.33	23.91	13.53	42.54	12.53
7,9	45.34	26.87	14.13	45.27	13.63
7,10	46.46	24.87	16.78	45.83	16.53
7,11	47.92	25.2	15.02	46.09	13.71
7,11	47.59	31.94	16.92	48.39	14.79

8,5	46.39	25.66	15.75	46.38	13.94
8,10	43.7	27.21	13	46.11	14.21
9	44.69	26.32	14.52	44.18	15.27
9,7	43.06	21.21	16.17	44.95	15.82
9,8	49.24	29.95	15.42	49.18	13.27
10	49.72	34.41	10.84	51.49	13.44
10,6	46.85	29.38	14.55	44.35	14.49
11,4	52.57	29.11	13.82	52.35	16.02
12,4	53.04	33.28	13.77	50.11	15.05
12,11	56.21	34.28	14.75	54.34	14
13,2	47.63	30.19	16.73	46.73	12.9
14,2	52.61	33.29	13.62	48.89	15.28
14,3	51.71	37.04	15.37	50.13	15.08
16	52.37	35.89	15.21	51.6	15.7
16,5	55.54	36.77	13.81	52.37	12.79

Se observó un cambio significativo en la medida de la altura de la C2 respecto a la edad en el sexo femenino (gráfica 7 ^{F.D}) y el sexo masculino (grafica 8 ^{F.D}).



8. CONCLUSIONES

El uso de la tomografía volumétrica en la determinación de la maduración ósea, permite realizar estudios más certeros basados en medidas cuantitativas de la maduración de las vértebras y no solo de la apreciación morfológica de la misma; ya que en las radiografías convencionales solamente se observan dos planos.

Al incluir más medidas de altura y largo de las vértebras pudimos obtener más datos y una mejor estadística para resultados más precisos.

En este estudio se utilizó la ayuda del software *On Demand*, que nos permite manipular la imagen libremente para obtener las medidas de la vista anterior de las vértebras, observando cambios en las medidas registradas de la altura de la vértebra C2.

8.1 Propuesta

Este método propone una técnica sencilla para que cualquier odontólogo tenga las herramientas de diagnóstico necesarias con ayuda del software para resultados precisos, la técnica tradicional de comparación morfológica tiene la desventaja de error humano ya que solo se basa en apreciación.

Se debe de aumentar la muestra para poder tener un parámetro amplio, en el cual se realicen otros estudios y tenerlos de como referencia.

Es importante realizar estudios de densidad ósea, para tener una referencia más precisa de cada etapa de crecimiento en las vértebras.

El uso de la tomografía volumétrica además de ser una herramienta de diagnóstico, también es una herramienta de prevención, al detectar cualquier patología o malformación.

9. DISCUSIÓN

En el análisis de las cervicales con el método Lamparsky y Baccteti la interpretación puede variar al comparar con solo apreciación morfológica, en este estudio se cuantificó con medidas las dimensiones de cada vertebra, por lo cual podemos obtener resultados más precisos en cuanto al pico de crecimiento de cada paciente.

Los resultados de este procedimiento son comparables con los resultados de autores como Lamparsky y Baccteti en cuanto a que podemos obtener el pico de crecimiento del paciente con ayuda de medidas cuantitativas y no solo la apreciación morfológica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Latarjet M, Ruiz-Liar A. Anatomía Humana: Ed. Médica Panamericana; 2004.
2. Rakosi T. Atlas de Ortopedia Maxilar: Diagnóstico España: Ediciones Científicas y Técnicas, S.A. SALVAT; 1992.
3. Bognadov K. Biology in Physics: Elsevier: Academic Press; 2000.
4. Gamboa-Márquez A, Garzón-Alvarado DA. Factores mecánicos en enfermedades osteocondrales Ciudad de la Habana.; 2011.
5. M S, S R, J B. Dynamics of Bone and Cartilage Metabolism San Diego, California: Elsevier. : Academic Press; 2006.
6. Moore KL. Anatomía: con orientación clínica: Ed. Médica Panamericana; 2007.
7. Palastanga N. Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
8. Uribe G. Ortodoncia. Teoría y Clínica Colombia: Corporación para investigaciones biológicas; 2004.
9. Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height; 1967.
10. Ortiz M, Godoy S. Método de maduración ósea de las vértebras cervicales, en pacientes del diplomado de ortodoncia interceptiva Caracas, Venezuela; 2006.
11. Knutsson F. Growth and differentiation of the postnatal vertebral: Acta Radiologica; 1961.
12. Bench R. Growth of the cervical vertebrae as related tongue, face and the ventral behavior: Am J Orthod; 1963;3:183-214.
13. Lamparski DG. Skeletal Age Assessment Utilizing Cervical Vertebrae (Master's thesis) Pittsburgh: The University of Pittsburgh: Department of Orthodontics; 1972.
14. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films; 1982.
15. Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Saric Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship?; 2006.
16. Hassel B, Farman A. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae.; 1995.

17. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics; 2005.
18. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth; 2002.
19. Lara TS. Evaluación de la edad ósea mediante el estudio de la 3ª y 4ª vértebras cervicales Brazil: Ortod Esp.; 2007.
20. Lenguas AL. Tomografía computerizada de haz cónico, Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas; 2010.
21. Swennen GRJ, Shutyser F, Hausamen JE. Three-Dimensional Cephalometry, A color Atlas and Manual Berlin Heidelberg: Springer-Verlag ; 2006.
22. Bissoli CF, Ágreda CG. Importancia y aplicaciones del sistema de tomografías computarizadas CONE-BEAM (CBCT); 2007.
23. Martínez MM. Correlación entre la maduración dentaria e indicadores de crecimiento esquelético en pacientes odontopediátricos Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2004.
24. Raddatz O. Relación entre maduración ósea cervical con la edad dental y edad cronológica mediante el método radiográfico. Santiago, Chile: Universidad Finis Terrae; 2008.
25. Rivas C, Avaria C, Guzmán CL. Correlación Entre Edad Cronológica y Maduración Osea enVertebras Cervicales en Adolescentes Chilenos para Determinar Peak de Crecimiento Puberal; 2009.
26. Shim J, Bogowicz P, Heo G, Lagravère M. Interrelationship and limitations of conventional radiographic assessments of skeletal maturation Canada; 2012.
27. Chatziyianni A, Halazonetis DJ. Geometric morphometric evaluation of cervical vertebrae shape and its relationship to skeletal maturation Thessaloniki and Athens, Greece; 2009.
28. Zaror QR, Paniagua BH. Determinación de la maduración esquelética según el método de evaluación cervicovertebral y su relación con la oportunidad de tratamiento con clase II dentoesquelética; 2008.
29. Varshosaz M. Bone age estimation by cervical vertebral dimensions in lateral cephalometry; 2011.
30. Román PS. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development; 2002.

ANEXO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

México, D. F., a ____ de _____ del 2012

Por medio de la presente autorizo a la alumna Ana María López Tamayo H., para analizar la tomografía computarizada de mi hijo:

Con la finalidad de obtener información en relación con el estado bucal y óseo de mi hijo. Se me ha explicado ampliamente en que consiste el estudio, que no implica ningún riesgo y que los resultados obtenidos podrán ser utilizados para fines de investigación científica, que a ella y a la UNAM más convenga.

Acepto que mi hijo participe en el estudio: _____

Nombre del padre o tutor: _____
