



Universidad Complutense de Madrid

Facultad de Odontología

Determinación de la edad cronológica
mediante el uso de variables métricas y
angulares mandibulares y su relación con la
edad dentaria.

Alumna: Irene Real Benlloch

Directora: Dra. Rosa M^a Mourelle Martínez

Máster Oficial de Ciencias Odontológicas

Madrid 2016

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. M^a Rosa Mourelle Martínez, directora del presente trabajo fin de máster, por su entrega, cariño y constante dedicación.

A la Dra. Montserrat Diéguez Pérez, por su aportación desinteresada y apoyo.

A D. Santiago Cano Alsua, estadístico de los Servicios Informáticos de la Universidad Complutense de Madrid, por la ayuda prestada en el manejo estadístico, por sus explicaciones y aclaraciones de los datos del estudio.

A mis padres, por su paciencia y su permanente apoyo, sin los que todo este trabajo no hubiera sido posible.

A mis amigos más cercanos, por sus ánimos, cariño y amistad en todo momento.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. ANTECEDENTES.....	10
2.1. Tipos de edad.	11
2.2. Determinación de la edad ósea.....	13
• Determinación en la muñeca.....	16
○ Greulich y Pyle.....	17
○ Tanner-Whitehouse.....	19
○ FELS.....	20
○ Otros métodos.....	21
• Determinación en las vértebras.....	24
2.3. Determinación de la edad dentaria.....	27
• Métodos.....	29
○ Demirjian.....	29
○ Willems.....	32
○ Mincer.....	32
○ Nolla.....	33
○ Cameriere.....	34
○ Basados en el diente en desarrollo.....	35
2.4. Usos de la mandíbula en antropología forense.....	36
• Aplicaciones.....	38
○ Sexo.....	38
○ Raza o etnia.....	38
○ Edad.....	40
3. JUSTIFICACIÓN.....	43
4. JUSTIFICACIÓN.....	45
5. OBJETIVOS.....	47
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	49
7. RESULTADOS.....	60
7.1. Características de la muestra.....	61
7.2. Edad cronológica y edad dentaria.....	62
7.3. Influencia del sexo en las variables métricas y angulares.....	64
7.4. Valores de las variables en función de la edad.....	67
7.5. Correlación entre las variables cuantitativas y la edad.....	75

7.6. Regresión lineal entre las variables cuantitativas y la edad cronológica....	79
8. DISCUSIÓN.....	81
8.1. Edades.....	83
8.2. Técnica radiográfica.....	85
8.3. Mediciones.....	86
8.4. Resultados.....	87
9. CONCLUSIONES.....	94
10. BIBLIOGRAFÍA.....	96
11. ANEXO.....	104

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La edad, junto con el sexo, la raza y la altura, es una de las cuatro características biológicas primarias que permiten la identificación de una persona. La antropología forense emplea estos datos, estudiados de forma cuantitativa y cualitativa, para determinar las diferencias entre los individuos (1-6). El éxito en la identificación de una persona tiene significación ética, legal y criminal (1).

Los cambios relacionados con la edad han sido bien documentados en casi todas las partes del esqueleto humano: suturas craneales, dentición, mano, costillas, coxis y pie. La determinación de la edad en estos puntos va a depender de la existencia de una técnica apropiada, en función del grado de conservación del esqueleto y de la eficacia de los estándares disponibles. Mientras que una porción significativa de la investigación forense incluye el diagnóstico de la edad en el momento de la muerte, se ha visto un aumento en la importancia de determinar la edad de individuos vivos (4, 7). En medicina forense y antropología, el uso de los huesos del cuerpo humano para identificar a las personas y a los restos humanos ha sido referido a lo largo de la historia; nuevos métodos están constantemente apareciendo, mientras que hay una mejora continua de los métodos que son utilizados de rutina (1, 7).

A través de la especialidad de Odontología Forense, la odontología tiene un pequeño, pero significativo papel en la identificación de cadáveres (5, 8, 9). Mediante la determinación de la identidad de las víctimas de un crimen o de un desastre a través de los registros dentarios, los odontólogos asisten a aquellos profesionales implicados en la identificación tanto de restos humanos como de personas vivas sin documentos acreditativos (8). Los dientes se consideran una de las estructuras más duras del cuerpo, por lo que suelen ser capaces de sobrevivir a gran parte de los eventos que destruyen o modifican los tejidos corporales después de la muerte. Además, la dentición posee una serie de características individuales, anomalías, patologías o tratamientos dentales, que la hacen diferente de un individuo a otro (5). Aunque la identificación final va a depender de la coincidencia de los datos dentales pre y post-mortem, el ADN y las huellas dactilares, la estimación de la edad en el momento de la muerte es uno de los parámetros que ayuda a la policía a producir un perfil preliminar de la persona fallecida (5, 9).

La determinación de la edad se sigue considerando como el talón de Aquiles de la antropología (10, 11). Tanto para las personas vivas como para los cadáveres, la única edad que uno puede aspirar a determinar es la edad fisiológica, que puede ser bastante diferente de la edad cronológica. Cuanto mayor es una persona, mayor es la discrepancia entre la edad fisiológica y la cronológica. Por lo tanto, cuando aumente la edad, menos precisos serán los métodos para la determinación de la misma (10). La necesidad de utilizar técnicas con una mayor precisión a la hora de estimar la edad ha aumentado por dos razones principales; el aumento del número de cadáveres y restos humanos no identificados, ya sea por grandes desastres, conflictos bélicos o atentados terroristas y por el aumento a su vez del número de personas de las que no disponen de un documento en el que se especifique su edad (5, 7, 10).

La determinación de la edad en un cadáver es una ayuda para la identificación y creación de un perfil biológico que pueda ser comparado con las personas desaparecidas. Para los vivos, la estimación de la edad puede ser útil en aquellos casos en los que no haya documentación disponible que evidencie la edad cronológica de una persona. Esto se puede aplicar tanto en problemas civiles (registro de nacimiento fuera de tiempo o adopciones) como en problemas criminales, así como la implementación de una legislación específica para menores o una modificación de las sentencias basadas en la edad de la víctima (en violaciones o pornografía infantil, por ejemplo) o del acusado (1, 6, 7, 10- 17). Así, si un menor de 14 años ha cometido los elementos reglamentarios de un crimen, se mantendrán exentos de un castigo criminal. En los países europeos, los límites de edad relevantes en términos de ley criminal varían entre los 14 y los 21 años (18). Como resultado del aumento de la inmigración, ha elevado la importancia de la estimación de la edad en personas vivas (1, 14). El fenómeno inmigratorio puede conllevar a que las autoridades desconozcan la fecha de nacimiento de algunos de ellos, lo que hace muy difícil aplicar leyes de escolarización, protección al menor o leyes penales acordes con su edad cronológica y cuya diferencia entre ser menores o mayores de edad puede entrañar ingresar o no en prisión (11).

La literatura ha proporcionado, a través de los años, varios métodos para la determinación de la edad; los más frecuentemente mencionados en los escenarios forenses y más importantes en la literatura pueden ser divididos en métodos de determinación de la edad dental y la ósea (10). El estudio de la maduración de la dentición permanente se revela comparable, según numerosos autores, al análisis del

desarrollo esquelético, y se ha establecido una correlación significativa entre la odontogénesis de los dientes permanentes y la maduración esquelética, razón por la que la maduración dentaria se considera el método más fiable para determinar la edad cronológica en los niños (13).

A la hora de llevar a cabo la estimación de la edad, es necesario hacer una distinción entre la estimación de la edad en cuerpos y esqueletos no identificados y entre individuos vivos (1). En el caso de cuerpos, el factor crucial es la calidad y la cantidad de los restos recuperados (1, 19). La preservación de los elementos individuales puede ser altamente variable, ya que no todos los huesos están disponibles para la realización de un análisis forense (9). La densidad estructural de la mandíbula es relativamente alta, en comparación con otros huesos menos densos o más porosos, como las vértebras, costillas o esternón, por lo que suele persistir después de la acción de fuerzas de diferente magnitud (5, 9, 19). La mandíbula, en muchas ocasiones, es recuperada prácticamente intacta, y los estándares de desarrollo dentario son utilizados para estimar la edad; pero, sin embargo, el tejido alrededor de los dientes o el germen dentario puede haberse desintegrado o deteriorado, por lo que hay una alta posibilidad de que algunas o todas las partes de la dentición no sean recuperadas (5, 9).

En lo referente a los individuos vivos, la estimación de la edad requiere el uso de métodos no invasivos y son generalmente llevados a cabo mediante una exploración clínica que suele incluir datos antropométricos, análisis dental, exploración radiológica de la mano y evaluación de signos de maduración sexual. Estos procesos deben ser guiados por principios éticos y legales (1, 5, 7, 20). Hay dos parámetros fundamentales macroscópicos que deben ser considerados como indicadores de la edad biológica de un individuo vivo: el desarrollo óseo (estudiado mirando el cierre de las epífisis) y la edad dental (1, 12). Numerosos autores han demostrado que la maduración ósea está influenciada de forma decisiva por factores externos, medioambientales, nutricionales u hormonales, lo que es la razón de que a veces haya un desajuste entre la edad ósea y la edad cronológica. Por otro lado, la odontogénesis parece ser un indicador muy útil de la maduración y por lo tanto de la edad biológica, debido a que el desarrollo dentario está menos influenciado por factores externos (4, 12).

Desde una perspectiva clínica, la estimación de la edad dentaria en pacientes en los que se conoce la edad cronológica nos permite establecer la similitud entre la edad dental y la cronológica, es una pieza importante de información cuando se planifiquen

ciertos tratamientos, y como método diagnóstico adicional cuando se detecten posibles cambios en el crecimiento o en la maduración del niño (12, 13, 21).

Con un punto de vista sobre el desarrollo y la funcionalidad, hay evidencias de que la mandíbula podría ser un indicador apropiado de la edad de un individuo. Ésta presenta un mayor crecimiento que otros huesos faciales y se asocia con los cambios morfológicos más representativos en lo relacionado con el tamaño y el remodelado durante el crecimiento humano (1, 4). También acomoda a la dentición inferior, y proporciona unión a los músculos de la masticación, por lo que el crecimiento mandibular se puede esperar que esté muy relacionado con el desarrollo dentario (4). La relación entre los dientes y la mandíbula es tan fuerte que en asociación con la falta congénita de dientes el hueso alveolar no se desarrolla. Además, la pérdida de dientes en cualquier momento de la vida produce la reabsorción del hueso alveolar (2). Por todo lo anterior, se considera que la morfología mandibular, sobre todo de la rama mandibular, puede ser utilizada para predecir la edad con una fiabilidad comparable a los estándares dentales (1, 4). A pesar de que el uso de esta estructura no es válido para la determinación de edad en todos los grupos de edad, sí que parece ser capaz de ello hasta la adolescencia, mientras haya un crecimiento de la misma (1).

2. ANTECEDENTES

2. ANTECEDENTES

2.1. TIPOS DE EDAD

La edad cronológica se entiende como la medida del tiempo vivido por una persona desde su nacimiento hasta el momento en el que la misma es requerida (5, 11, 15). Actualmente es considerada como un criterio administrativo que, aunque no siempre se corresponde con las circunstancias biológicas de ese individuo, es su referente social, legal y penal, por lo que exige gran precisión (11, 14, 22). Su desconocimiento exacto plantea serios problemas a la persona, al país involucrado e incluso ser la causa de conflictos internacionales (11). Los casos de desconocimiento de la edad cronológica son cada vez más frecuentes en los países desarrollados, pudiéndose deber a flujos migratorios incontrolados, al aumento de las adopciones o a la existencia de pequeños grupos de población autóctona que rechazan las normas generales de inscripción legal de sus hijos (11, 23).

Se considera que un individuo no sólo tiene una edad cronológica, sino que son varias, debido a que los diferentes sistemas que lo constituyen se desarrollan de forma independiente (5, 24). Cuando son consideradas en conjunto estas edades se obtiene una estimación del estado de desarrollo del individuo, denominado edad fisiológica o biológica, que se basa en el grado de maduración de los diferentes tejidos corporales, en comparación con patrones estándar para una determinada edad (5, 21, 22, 25, 26). Varias edades biológicas han sido descritas: edad ósea, edad morfológica, edad de caracteres sexuales secundarios y edad dentaria. Estos criterios pueden ser aplicados de forma separada o conjuntamente para evaluar el grado de maduración fisiológica de un niño en crecimiento (5, 17, 21, 25-27). Clampton en 1908 fue el primero en establecer el concepto de edad fisiológica, utilizando para ello los signos de desarrollo puberal de los niños como indicador de la madurez (11).

La estimación de la edad tiene un papel importante en medicina forense, pediatría, endocrinología, arqueología y odontología (28). Determinar la edad cronológica de una persona se ha convertido, para los investigadores, en todo un desafío, ya que se hace necesario establecer unos indicadores biológicos fiables y disponer de patrones de comparación que contemplen las variaciones geográficas, raciales, sexuales y otras (11). Dentro de los métodos anatómicos empleados se

incluyen el estudio de datos antropométricos, la aparición de caracteres sexuales secundarios, la cronología de aparición de puntos de osificación y fusión de las epífisis de los huesos largos y el proceso de mineralización de los dientes permanentes. (5, 17).

La estimación de la edad basada en el proceso de maduración esquelética, denominado edad ósea, es uno de los métodos más empleados en niños y adolescentes, y describe el grado de maduración de los huesos de un niño (15). El problema principal de los métodos que valoran la edad ósea es que la maduración esquelética está muy influenciada por factores hormonales, genéticos, socio-económicos y ambientales (5, 10, 25). Los métodos desarrollados para la determinación de la edad suelen estar enfocados en el desarrollo de los huesos de la muñeca y la mano, las vértebras cervicales y, en casos cercanos a los 21 años, la clavícula (5, 10).

La determinación de la edad basada en la maduración dentaria se denomina edad dentaria, y suele evaluarse mediante radiografías para valorar el grado de desarrollo de los gérmenes de los dientes permanentes, ya que es un proceso menos influenciado por factores locales y sistémicos que la emergencia del diente en la cavidad oral (5). La formación dentaria puede ser examinada desde el nacimiento hasta los 18-19 años de edad (29). La utilización de los métodos de determinación de la edad dentaria tiene un mayor peso, debido a que supuestamente están menos influenciados por los factores raciales, ambientales y enfermedades sistémicas que los que valoran la edad ósea (10, 25, 29).

El grupo de estudio para el diagnóstico forense de la edad ha propuesto unas guías para la estimación de la edad en las personas vivas, siguiendo un procedimiento en tres pasos: exploración física y análisis antropométrico, incluyendo la evaluación del desarrollo sexual o cualquier otra condición que pueda influenciar el crecimiento, así como la estimación de la edad dentaria, con una ortopantomografía, y la ósea, mediante el estudio radiográfico de la radiografía de mano y muñeca (16, 28). En aquellos casos en los que la osificación de la mano se haya completado, se realizará una exploración radiográfica adicional de las clavículas, siendo de particular interés la epífisis media clavicular, ya que el proceso de maduración de la articulación se produce relativamente tarde en comparación con otras regiones de interés en lo referente a la edad ósea (16).

2. 2. DETERMINACIÓN DE LA EDAD ÓSEA

La maduración esquelética o edad ósea es una medida del progreso de osificación hacia la maduración y es generalmente evaluado mediante el nivel de crecimiento que se produce en áreas sometidas a la osificación y el nivel de acumulo de calcio en esas zonas (15, 17, 30, 31). De la infancia a la edad adulta, estas dos características siguen un patrón específico y una línea temporal. (15) No está claro que factores determinan un patrón normal de maduración, pero es cierto que la genética, los factores nutricionales, metabólicos, sociales, emocionales y ambientales, así como las hormonas, como la tiroxina, la hormona de crecimiento y los esteroides sexuales, juegan un papel importante en este proceso (10, 15, 32). Las diferencias étnicas, probablemente en referencia al nivel socio-económico, también han mostrado tener un papel importante a la hora de determinar la edad ósea de un niño (20).

Una placa de crecimiento cartilaginosa situada entre la epífisis y la metáfisis es la responsable del crecimiento óseo linear postnatal. Los condrocitos de la placa de crecimiento no sólo proliferan, sino que también se diferencian. La zona de descanso consiste en condrocitos progenitores no diferenciados, que se diferencian en condrocitos proliferativos y después en condrocitos hipertróficos. Finalmente, la apoptosis de los condrocitos hipertróficos se produce después de que los vasos sanguíneos invadan la zona hipertrófica y los osteoblastos migran a la matriz de cartílago para formar hueso (31).

La base de la edad ósea es que un “particular” centro de osificación aparece y madura en un momento concreto. Por lo tanto, la edad ósea es la edad a la que, de media, un niño alcanza una fase de maduración ósea (15). Los cambios en el desarrollo del esqueleto humano son básicamente similares, ya que el proceso de desarrollo de cada hueso tiene continuidad y pasa por las mismas fases. En cada una de éstas, los huesos tienen una serie de características específicas (15).

A pesar de esto, no podemos pasar por alto que la tasa, la duración y la cantidad de crecimiento y maduración varían ampliamente entre una persona y otra. El esqueleto de niños con la misma edad cronológica puede presentar diferencias marcadas en la maduración ósea. Además, la duración y cantidad de crecimiento varía de forma considerable durante los picos de crecimiento puberal (15).

Inicialmente, para el estudio de la edad ósea, se procedía a realizar una radiografía completa del cuerpo, lo que ha demostrado ser redundante y aplicar una dosis innecesaria de radiación al cuerpo (10). Actualmente, las técnicas para la determinación de esta edad se centran en una zona determinada, siendo la más frecuente la radiografía de mano y muñeca, seguida de la de las vértebras cervicales (10, 30).

Los métodos para la determinación de la edad ósea en cadáveres se pueden dividir entre infantes, niños y adolescentes. En el primer grupo, se debe buscar la osificación de los huesos del cráneo, principalmente el temporal, occipital y el frontal, así como la mandíbula. En niños, en los huesos largos, se debe considerar la longitud de la diáfisis de éstos y la aparición de centros de osificación y fusión de las epífisis (10). En los adolescentes, las técnicas irán más enfocadas a los huesos de la muñeca y de la clavícula, en aquellos casos en los que se sospeche una edad cercana a los 21 años (10). La mano y la muñeca poseen una gran cantidad de huesos y epífisis que maduran en una progresión bien definida a lo largo del tiempo y que pueden ser evaluados en una sola imagen radiográfica (15). El método de determinación de la edad basado en la realización de radiografías de muñeca puede no ser suficiente cuando se emplea por sí solo, con el fin de mejorar la precisión diagnóstica y la identificación de alteraciones del desarrollo relacionadas con la edad, se debería considerar la realización de múltiples técnicas de estimación de la edad en cada individuo. Algunos autores proponen la posibilidad de realizar estudios combinados de valoración de la edad tanto ósea, en radiografías de muñeca, como dentaria (16, 17).

La valoración de la maduración esquelética es uno de los índices más comúnmente empleados por los pediatras y los endocrinólogos en la práctica clínica diaria, debido a que está íntimamente relacionado con la maduración somática y sexual (15, 31, 32). De esta forma, las principales aplicaciones de la maduración esquelética en las alteraciones del crecimiento, como deficiencia de la hormona de crecimiento, hipotiroidismo, hipertiroidismo, pubertad adelantada o retrasada) incluyen la medición del efecto de la enfermedad en la maduración ósea, predicción de la altura adulta y la monitorización de la terapia de reemplazo hormonal (15, 32). La edad ósea también ha sido utilizada en ortodoncia y odontopediatría, ya que es un indicador efectivo para el diagnóstico de varias enfermedades, así como para la determinación de los tiempos de tratamiento (31, 33). Estos tiempos tienen un rol significativo en el resultado de la mayoría de los tratamientos ortopédicos de las desarmonías esqueléticas en los

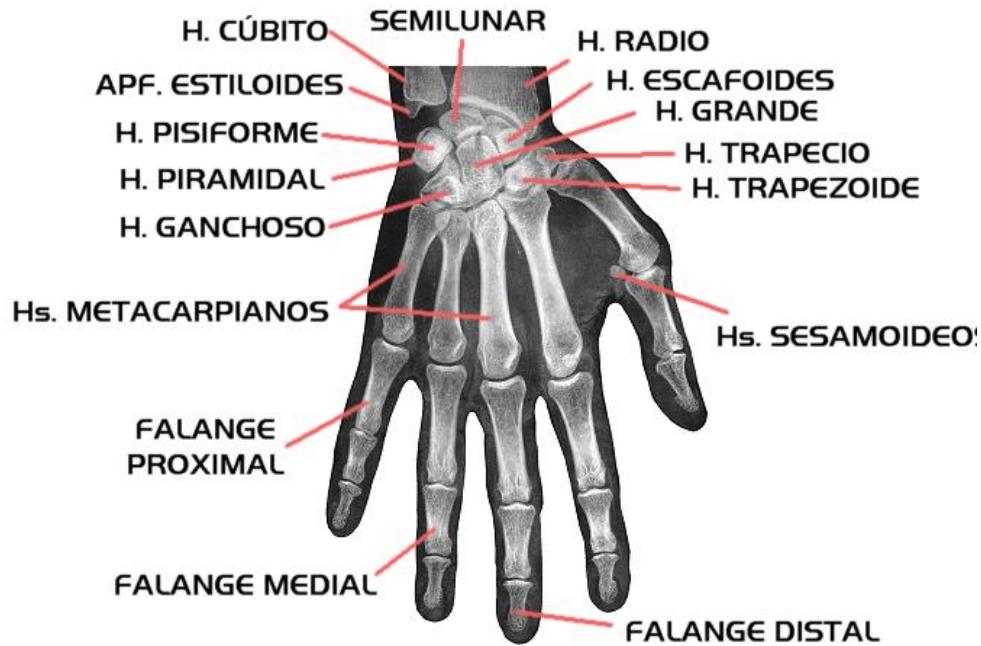
pacientes en crecimiento, por lo que la correcta identificación de las diferentes fases de la maduración esquelética representa un punto crucial en el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortopédico en niños (27, 33, 34). El conocimiento del tiempo restante de crecimiento del niño permitirá al profesional elaborar un plan de tratamiento adecuado para su caso, así como estimar los resultados del tratamiento (34).

- **Determinación de la edad ósea en la muñeca:**

Se considera que la radiografía de la mano y la muñeca es el método más estandarizado para la evaluación de la maduración esquelética basándose en el tiempo y en la secuencia de aparición de los huesos del carpo y de ciertos eventos de osificación (35, 36).

La decisión de utilizar la radiografía de la mano y la muñeca para la evaluación de la edad ósea se basa en la facilidad de tomar imágenes radiográficas de esta zona, así como en la cantidad de huesos situados en la misma (16, 26, 31). y porque puede ser radiografiada con una mínima exposición radiológica del resto del cuerpo. Este procedimiento supone una dosis muy baja de radiación y un riesgo casi nulo de contaminación (16). La mano empleada suele ser la izquierda, dado que la mayoría de la población es diestra, por lo que la mano derecha puede en más ocasiones estar lesionada, y porque, en una conferencia de principios del siglo XX, se decidió que las medidas físicas deberían ser evaluadas en el lado izquierdo del cuerpo y no en el derecho (31).

Los huesos de la mano y la muñeca son el radio, el cúbito, 19 huesos cortos (5 metacarpos y 14 falanges) y 8 carpos (escafoides, trapecio, trapezoide, semilunar, piramidal, pisiforme, hueso grande y hueso ganchoso). Los huesos se forman mediante osificación endocondral (cúbito, radio y huesos cortos) y osificación intramembranosa (huesos del carpo). El radio, el cúbito y las falanges en el momento del nacimiento tienen más de un centro de osificación y crecen durante la infancia hasta que el final del hueso (placas epifisarias) fusionándose con el eje del hueso, la diáfisis (15, 31). Muchos factores influyen en la proliferación y la transformación de las células dentro de la placa de crecimiento y la interacción de la placa de crecimiento con la metáfisis. El momento en el que se produce la osificación de las epífisis y la fusión de los huesos no se da de forma uniforme a lo largo del cuerpo, produciéndose en algunos huesos directamente después del nacimiento y en otros a los 14-17 años. Las niñas, generalmente, tienen una edad ósea más avanzada que la de los niños, encontrándose estas diferencias desde el nacimiento y manteniéndose hasta la edad adulta (15).



Huesos de la mano y la muñeca

Los huesos cortos no tienen ningún eje largo dominante y se desarrollan de forma diferente a la de los huesos largos. Como en estos, pueden ocurrir variaciones significativas en el desarrollo del carpo debido a que se varíe el orden de aparición, fusiones inesperadas o partición de los huesos y la aparición de elementos accesorios como nódulos de cartílago. Los huesos del carpo no se osifican al nacer y cuando lo hacen se produce por centros de osificación primaria. El grande es el primero en mostrar un centro de osificación, mientras que el pisiforme es el último (15, 31).

Existen muchos métodos para evaluar el crecimiento de la región de la muñeca, pero los más utilizados son el Atlas de Greulich y Pyle, la puntuación de Tanner-Whitehouse y el método FELS. También podemos encontrar una serie de métodos más modernos, pero de menor relevancia y menos conocidos (10, 15, 16).

- **El atlas de Greulich y Pyle:** proporciona una serie de estándares en radiografías de la mano y la muñeca desde el nacimiento a los 17-18 años en las chicas y hasta los 19 en los chicos, con un intervalo de 6 meses entre cada imagen (15, 16, 34). Es un método comparativo que consiste en la evaluación entre la exploración radiográfica realizada y los estándares del atlas, hasta que se encuentra la imagen más concordante con el caso estudiado, siendo difícil una concordancia del 100%; en esos casos, se elige la más similar encontrada (15,

16, 31, 34). El resultado final incluye la estimación media de la edad y un rango de error (10, 16). Este método parece ser el más utilizado en la literatura, siendo aplicado por el 76% de los pediatras, debido a su aparente simplicidad y a la velocidad con la que se puede determinar la edad ósea, aunque es menos objetivo que otros (15, 20, 36).

Este sistema es reproducible y repetible, aunque tiene un amplio margen de error en la estimación en las edades críticas de los 14 a los 18 años, tanto en varones como en mujeres (16).

Los estándares fueron desarrollados entre 1931 y 1942 mediante las radiografías de mano y muñeca de niños y niñas blancos de clase media-alta de Cleveland, Ohio (E.E.U.U.), incluidos en el "Brush Foundation Growth Study", por lo que este método es más usado en Estados Unidos (15, 31).

- **El método de Tanner-Whitehouse (TW):** se basa en un sistema de puntuaciones que evalúa el grado de osificación y la apariencia morfológica de los núcleos de osificación y los huesos de la mano y la muñeca. Los huesos evaluados son el radio, el cúbito, los huesos cortos y los huesos del carpo. El método TW es un método basado en puntuaciones: en primer lugar, se categoriza el nivel de maduración de cada hueso en una fase, de la A a la H o la I. Después cada fase es reemplazada por una puntuación y se calcula la calificación total, que se transforma en la edad ósea (10, 15, 31). El problema de este método es que consume mucho tiempo y requiere que el operador tenga un amplio conocimiento sobre su utilización (36).

Este método fue desarrollado en radiografías de niños de clase media recogidas en los años 50 y 60, en Reino Unido y su uso es preferido en Europa, (15), pero no se emplea tanto como el anterior, aunque posee una base racional matemática (20).

Debido a la evidencia de que la maduración ósea se alcanza actualmente antes que hace 5 décadas, el método ha tenido que ser revisado y actualizado. El método original (TW1) fue refinado y publicado como TW2, y más recientemente, en el año 2001, el TW3 (15, 31).

El método TW2 se basa en una serie de 8 indicadores de madurez para cada hueso de la mano y la muñeca, más 9 para el radio. Estos indicadores de madurez se evalúan, no en relación a la edad cronológica, sino en relación a su apariencia dentro del pasaje completo de cada hueso específico de la inmadurez a la madurez (15). Realmente hay tres métodos TW2 diferentes:

- RUS: cúbito, radio y huesos cortos, en el que se evalúan 13 de los huesos largos y cortos.
- Carpo: en que se evalúan los siete huesos del carpo.
- Veinte huesos: en el que se valoran los 13 huesos largos y cortos, más los siete huesos del carpo (31).

El método Tanner-Whitehouse 3 (TW3) fue desarrollado para actualizar la relación entre la puntuación total de maduración y la edad ósea basándose en tendencias seculares (31).

- **El método de FELS:** es el más moderno y el menos utilizado. Es un método computarizado que proporciona una evaluación sobre la concordancia entre el patrón de la radiografía de mano y muñeca y la edad declarada. Este sistema es, sin embargo, más complejo y menos sencillo de usar que los otros dos métodos, (10, 20) aunque es el único que proporciona el error estándar al evaluar la edad ósea (20).

El método fue desarrollado por Roche y cols. con la idea de proporcionar una evaluación objetiva de la edad ósea junto con un límite de confianza. Está basado en una muestra de niños norteamericanos, nacidos entre 1928 y 1974, a los cuales se les tomaron series de radiografías de la mano entre el primer mes de vida y los 22 años (15).

La radiografía del paciente es valorada y se le da una puntuación que se obtiene utilizando los niveles de maduración relativos y radios de los diámetros de las epífisis y las diáfisis de los huesos de la mano y la muñeca. La puntuación obtenida es introducida en un programa de ordenador que calcula la edad ósea (15).

- **Otros métodos:** existen también otros métodos comprobados para la evaluación de la edad ósea, entre los que destacan:

- **Imágenes por ultrasonido:** la evaluación sonográfica se basa en la maduración de una epífisis, en virtud de la osificación endocondral, que se relaciona fuertemente con el desarrollo óseo sistémico. La tecnología ultrasónica cuantitativa es un método libre de radiación actualmente utilizado para la evaluación de la composición del hueso. Este método mide la velocidad a la que las ondas de ultrasonido se propagan a lo largo de la distancia de un hueso específico (15).

Este método utiliza dos transductores, uno que produce ondas ultrasónicas con una frecuencia de 750 kHz dirigidas a la epífisis del extremo distal del radio y el cúbito y otro que actúa como un receptor (15, 31). La técnica utiliza la anchura de la placa de crecimiento como un área hipocogénica para determinar la anchura de la epífisis distal del radio desde tres puntos de vista: anterior, posterior y lateral (15). Después se utiliza un software para calcular la edad ósea a través de un algoritmo basado en medidas de la velocidad de las ondas y la distancia entre los dos transductores (31).

Parece que este sistema es altamente reproducible y está muy relacionado con las lecturas convencionales de la edad ósea, mediante los métodos de Greulich y Pyle y Tanner-Whitehouse 2, aunque hay autores que no lo consideran aún válido, ya que tiende a aumentar una edad ósea retrasada y a disminuir una edad ósea avanzada, en comparación con los métodos más tradicionales. El cálculo de la edad ósea utilizando las ondas ultrasónicas se encuentra aún en sus etapas iniciales y necesita un mayor refinamiento, así como estudios en diferentes poblaciones y en niños con problemas de crecimiento (15, 31).

- **Resonancia magnética de la mano:** las imágenes de la resonancia magnética son una herramienta alternativa para la evaluación de la edad ósea en niños, aunque hay pocos estudios que apoyen este método. Tiene como ventaja un excelente contraste de los tejidos blandos junto con una capacidad de imagen multiplanar de sección transversal. Se visualiza

muy bien el cartílago con este método y la evaluación del crecimiento puede proporcionar una información alternativa importante a cerca de la maduración esquelética durante la infancia. La edad ósea evaluada mediante resonancia magnética ha demostrado una fuerte correlación positiva con la edad cronológica, y la reproductibilidad intra-examinador e inter-examinador fueron significativamente altas. Estos hallazgos indican que la resonancia magnética de la mano puede ser un método potencialmente importante, no invasivo y no irradiante para la evaluación de la edad ósea en los niños (15). Una de las limitaciones de este sistema es que requiere un largo tiempo para su realización (2 minutos y 44 segundos) en los que el niño debe estar quieto, lo que puede ser complejo en pacientes de muy corta edad (31).

- **Método computarizado:** varios sistemas computarizados para la evaluación de la edad ósea han sido referidos. Algunos de estos sistemas se desarrollaron basándose en el método TW, como el sistema CASAS (*puntuación de la edad ósea asistido por ordenador*), en el que la imagen es digitalizada y representada mediante una serie de coeficientes matemáticos, que luego son comparados con los generados por cada uno de los estándares del método TW, eligiéndose el más próximo. Aunque este sistema parece ser más fiable que los manuales, una de sus limitaciones es que puede llevar más tiempo estimar la edad ósea que los métodos manuales, debido a que cada hueso debe ser localizado de forma manual (31).

De forma alternativa, se ha referido otro método que puede de forma automática evaluar la maduración ósea de niños, CASMAS (*sistema de maduración esquelética asistido por ordenador*), que no se basa en el método TW, método bastante largo y difícil de aplicar. En este sistema, se extraen automáticamente imágenes digitales de las terceras falanges a partir de escáneres computarizados de la radiografía de mano y muñeca, midiéndose de forma automática la anchura de las epífisis, las regiones solapadas de las epífisis y las metáfisis de la tercera falange. El resultado

es utilizado después para calcular la edad ósea mediante un análisis de regresión múltiple (31).

Otro método automatizado recientemente desarrollado es el denominado BoneXpert (Visiana, Dinamarca), en el cual se determinan automáticamente los bordes de 13 huesos (cúbito, radio y 11 huesos cortos de los dedos 1, 3 y 5) de una imagen digital y la edad ósea intrínseca se calcula a partir de parámetros como puntuaciones por la forma, densidad ósea y características que describen la textura de la fusión en la placa de crecimiento. La edad ósea intrínseca se transforma en la edad ósea de los métodos GP y TW (31).

- **Determinación de la edad ósea en las vértebras**

El método más utilizado para la evaluación de la edad ósea de un individuo es la radiografía de la mano, debido a su exactitud y accesibilidad, (30) pero el uso de estas radiografías ha sido recientemente cuestionado debido a la higiene de radiación y a los problemas de seguridad en los pacientes que requieran radiografías adicionales (37). En Odontopediatría y Ortodoncia, debido a que las radiografías de rutina generalmente muestran las vértebras cervicales, puede ser más sencillo utilizarlas para evaluar la edad ósea del paciente, mediante el estudio de su apariencia y crecimiento (1, 26, 30, 38). Las vértebras cervicales se proponen como una alternativa a la radiografía de muñeca para la determinación de la maduración esquelética (39).

Hay ciertas limitaciones en la interpretación de la maduración esquelética en las radiografías de mano y muñeca. La secuencia y el tiempo de osificación dentro del área de la mano y la muñeca muestran polimorfismo y dimorfismo sexual, lo que puede delimitar el uso clínico predictivo de este método. Además, existen dudas acerca de la exposición radiográfica extra resultante del uso de este método en Odontología y su uso puede estar cuestionado si se encuentran disponibles otros métodos comparables de evaluación de la maduración esquelética. Finalmente, los eventos producidos en la mano y la muñeca son indicadores del pico y el final del brote de crecimiento puberal, pero estos eventos no señalan el comienzo de este brote (35).

Los eventos de osificación de las vértebras cervicales comienzan durante la vida intrauterina y continúan hasta la edad adulta, por lo que los cambios madurativos pueden ser observados durante este intervalo completo, lo que cubre el periodo en el que los tratamientos de ortodoncia y ortopedia suelen ser llevados a cabo (38).

El interés sobre los cambios madurativos tanto en el tamaño como en la forma de las vértebras cervicales data de las primeras décadas del siglo XX. Todd y Pyle, Lanier y Taylor midieron las modificaciones producidas durante el crecimiento en las vértebras cervicales en radiografías laterales de cráneo (38). Lamparski en 1972 fue el primero en utilizar las vértebras cervicales para evaluar la maduración ósea, estableciendo un método de clasificación del desarrollo óseo basado en los cambios que se producen en las vértebras cervicales, el CVM o *cervical vertebrae maturation*.

Este autor identificaba y utilizaba las características morfológicas de las vértebras vistas en las telerradiografías laterales de cráneo en cada uno de los periodos

estudiados para dibujar un atlas descriptivo para niñas y niños (30, 35, 38). Sin embargo, la reproducibilidad de este método ha sido cuestionada (35).

En la actualidad existen una gran variedad de métodos CVM, desde el análisis cualitativo de la forma y el tamaño de las vértebras a medidas cuantitativas de la forma de las vértebras (algunos de los cuales se limitan a la altura y anchura o a los radios de las mismas) y la profundidad de la concavidad inferior, a otras medidas más específicas, prestados a través del análisis de la morfología geométrica o formulas de regresión lineal (35). El análisis de las vértebras cervicales es ampliamente utilizado por los ortodoncistas para evaluar la maduración esquelética debido a su simplicidad, objetividad y repetitividad utilizando las radiografías laterales rutinarias. El análisis vertebral es tan válido como el de los huesos de la muñeca, con la ventaja de reducir la exposición a la radiación de sujetos en crecimiento (37).

El método más empleado para determinación de la edad ósea mediante las vertebras cervicales en radiografía lateral de cráneo comprende 6 etapas:

- CS1: cuando los bordes de la 2ª, 3ª y 4ª vértebra cervical (C2, C3 y C4) son planos y los cuerpos de C3 y C4 tienen forma trapecioide. Esta etapa se produce al menos 2 años antes del brote de crecimiento puberal.
- CS2: cuando sólo el borde inferior de C2 es cóncavo y los cuerpos de C3 y C4 son trapecoides. CS2 sucede un año antes del brote de crecimiento puberal.
- CS3: cuando los bordes inferiores tanto de C2 como de C3 tienen concavidades y los cuerpos de C3 y C4 tienen forma trapecoidal o de rectángulo horizontal. Esta fase marca la porción ascendente del brote de crecimiento puberal.
- CS4: cuando los bordes inferiores de C2-C4 tienen concavidades y los cuerpos tanto de C3 como de C4 son rectángulos horizontales. CS4 indica la porción descendente del brote de crecimiento puberal.
- CS5: cuando los bordes inferiores de C2-C4 son cóncavos y al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 son cuadrados. Esta fase se produce cuando ha pasado un año del brote de crecimiento puberal.
- CS6: cuando los bordes inferiores de C2-C4 son cóncavos y al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 son rectángulos verticales. CS6 sucede cuando han

pasado al menos 2 años desde el brote de crecimiento puberal (26, 33, 27, 38).

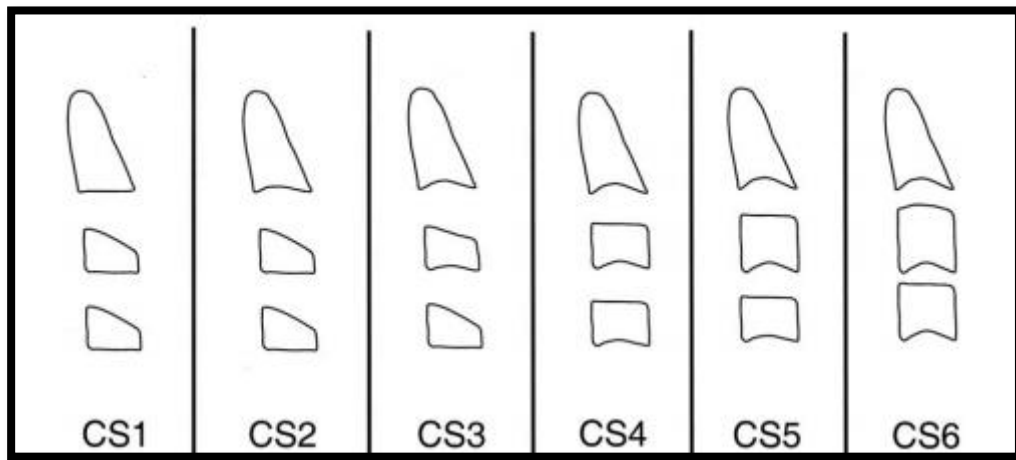


Imagen tomada de Baccetti 2005

Las características principales del método CVM, descritas por Franchi y cols., incluyen:

1. En casi en 95% de los individuos norteamericanos, el intervalo de crecimiento en el CVM coincide con el pico puberal tanto en crecimiento mandibular como en peso corporal.
2. Las vértebras cervicales están disponibles en la telerradiografía lateral de cráneo, usada de forma rutinaria para el diagnóstico y la planificación del tratamiento en ortodoncia.
3. La evaluación de la forma de las vértebras cervicales es sencillo.
4. La reproducibilidad de las etapas de clasificación del CVM es alta (98% en examinadores entrenados).
5. Este método es útil para la anticipación del pico puberal en el crecimiento mandibular (27, 38).

2. 3. DETERMINACIÓN DE LA EDAD DENTARIA

La edad dentaria de un individuo, definido con respecto a la formación dentaria, es un índice de la edad biológica (29). Su estimación tiene un importante campo de aplicación en Odontología Legal y Forense, ya que es uno de los procedimientos recomendados, junto con la maduración esquelética, para la estimación forense de la edad en individuos subadultos, lo que conlleva multitud de implicaciones legales (12, 13, 21). En medicina pediátrica, puede emplearse con el fin de mejorar el estudio de pacientes aquejados de alteraciones endocrinas, síndromes, etc, o simplemente para valorar mejor a los pacientes que presenten desviaciones del patrón eruptivo normal (11).

Así mismo, desde una perspectiva clínica en odontología, la estimación de la edad dentaria en pacientes en los que se conoce la edad cronológica nos permite establecer la similitud entre ambas edades, una pieza clave de información cuando se planifiquen ciertos tratamientos y un método diagnóstico adicional cuando se detecten posibles cambios en el crecimiento o en la maduración del niño (6, 12, 13, 25, 26, 40-42). La edad dentaria es de particular interés para los ortodoncistas en la planificación del tratamiento de los diferentes tipos de maloclusiones en relación con el crecimiento maxilofacial (6, 21, 25, 40-42).

El estudio de la maduración dentaria es un enfoque fiable actualmente para determinar la edad de un individuo, comparable, según numerosos autores, al análisis del desarrollo esquelético. Se ha establecido una correlación significativa entre la odontogénesis de los dientes permanentes y la maduración esquelética, siendo, aparentemente, la edad dentaria el método más fiable a la hora de determinar la edad cronológica en los niños, ya que el desarrollo dentario está menos influenciado por factores externos que el desarrollo esquelético (6, 12-14, 22, 25, 40, 41, 43 45). Se ha comprobado que no ha habido una aceleración en el desarrollo de la dentición permanente durante el paso de los siglos, lo que sugiere que la dentición humana va a estar determinada primariamente de forma genética (44, 45).

La mayoría de los métodos que determinan la edad dentaria se basan en el análisis del grado de mineralización en registros radiográficos, aunque también es posible determinarla mediante la emergencia dentaria (12, 21, 22, 24, 25, 28, 41, 46). Se considera que la mineralización dentaria es más precisa que la emergencia dentaria,

debido a que esta última es un acontecimiento fugaz y su tiempo preciso es muy difícil de determinar, mientras que la calcificación es un proceso continuo puede ser evaluado mediante registros permanentes, como los rayos X (6, 14, 22, 25).

La emergencia gingival o la migración del diente para alcanzar el nivel oclusal, lo que erróneamente es denominado erupción, representa sólo una fase en el proceso continuo de la erupción dentaria. La emergencia puede ser influenciada por factores locales: anquilosis, extracción temprana o tardía de los dientes temporales, impactación o apiñamiento de los dientes permanentes. Por el contrario, el grado de formación de los dientes permanentes no es afectado por la pérdida prematura de los dientes temporales o con otros factores extrínsecos (21, 24, 25, 47, 48). Si la emergencia clínica fuese utilizada como criterio para la evaluación de la edad dentaria, sólo podría utilizarse hasta los 30 meses de vida y a partir de los 6 años, ya que durante ese periodo no se producen cambios en la dentición temporal (21, 25). La emergencia visible generalmente se produce cuando la formación de la raíz ha completado unos tres cuartos de su longitud final, pero se han observado amplias variaciones de esta norma. Además, la asociación entre la emergencia y la formación varía entre los distintos dientes (21).

El desarrollo dentario, sin embargo, comienza en el periodo intrauterino y dura hasta la edad adulta, siendo en comparación con otros sistemas, el que mayor correlación presenta con la edad cronológica en los individuos jóvenes (49).

El intento de utilizar los dientes como referentes legales, aunque fuera por razones laborales, es antiguo. Thomson en 1836 sugirió en la Universidad de Londres que la edad cronológica podría evaluarse de forma fiable a partir de la emergencia dentaria y Saunders en 1837 propuso, ante el Parlamento Británico, que los dientes podían ser utilizados para determinar la edad cronológica y descubrir el intento de los padres de explotar laboralmente a sus hijos falsificando la edad (11). En las fábricas de Inglaterra y Gales no se permitía trabajar a los niños hasta que no tenían 6 años de edad, por lo que se utilizaba la emergencia del primer molar permanente como un indicador de la edad (23). Con la incorporación rutinaria de los rayos X a la medicina, los investigadores tuvieron instrumentos mucho más precisos para los estudios del crecimiento del ser humano (11). La aplicación de la radiología a las ciencias forenses fue iniciada en 1986, sólo un año después del descubrimiento de los rayos X (45).

- **Métodos de determinación de la edad dentaria:**

Se han propuesto diferentes métodos para evaluar la maduración dentaria y estimar la edad dentaria en función de la misma, estando basados la mayoría en la observación de los diferentes estados de formación definidos por distintos autores en registros radiográficos (12, 25). Se puede decir que la edad de un individuo desconocido inmaduro puede ser determinada de forma bastante fiable y reproducible por la mineralización de su dentición (41, 44).

No se considera que exista un método universal para la valoración de la edad dentaria sobre radiografías, ya que cada método varía en su precisión cuando se aplican a personas con un origen étnico diferente (41). De forma general, el mejor método sería aquel en el que se obtuviese la menor diferencia entre la edad dental estimada y la edad cronológica (49). Los métodos disponibles estudian la edad dentaria en diferentes radiografías, desde la radiografía oblicua de la mandíbula de Lewis & Garn en 1957, la radiografía intraoral, como los estudios de Nolla de 1960, y la radiografía panorámica, siendo esta última la más utilizada actualmente. (14) Han sido numerosas las técnicas publicadas, pero la que parece tener un mayor éxito, debido a su simplicidad, intereses prácticos y su fácil aplicación, es la desarrollada por Demirjian y cols. en 1973 (10, 12, 16, 25, 26, 41, 43, 44).

- **Método de Demirjian:**

Método para la estimación de la edad dentaria, basado en la maduración dentaria medida en radiografías panorámicas, que fue publicado por primera vez en 1973, y modificado posteriormente en 1976, sobre una muestra de 21328 de niños franco-canadienses de entre 2 y 20 años de edad (12, 25, 28, 41, 43, 45, 50).

Para realizar la valoración de la edad dentaria se determina el desarrollo de los siete dientes permanentes del lado inferior izquierdo (12, 14, 41, 49). La formación dentaria se divide en ocho fases, lo que representa la calcificación de la corona y la raíz hasta el cierre del ápice y se dan criterios diferentes para cada fase por cada diente separado. Cada fase de los siete dientes recibe una puntuación de acuerdo a un modelo estadístico, y los estándares se dan para cada sexo de forma separada. Con la suma de la puntuación de los siete dientes se

obtiene el valor final de maduración dental, lo que puede ser directamente convertido en la edad dentaria mediante el uso de una serie de tablas y curvas de percentil (14, 12, 49, 40, 24, 41, 50, 26, 51). Si no se encuentra presente en el lado izquierdo alguno de los dientes estudiados, se pueden utilizar los valores del diente del lado de derecho para sustituirlo (40).

Este método presenta una elevada reproductibilidad debido a las descripciones muy claras y detalladas de las fases propuestas, que aparecen junto con una ilustración e incluyen las longitudes relativas de la corona y la raíz (24, 6, 16, 26). Esto implica que las proyecciones elongadas o acortadas de los dientes en desarrollo no van a afectar a la exactitud de la evaluación (22, 26).

El primer sistema desarrollado por Demirjian y cols. en el año 1973 tenía dos fallos. El primero, era necesario dar un valor a los 7 dientes, pero en algunos niños se encontraban con que había alguna pieza ausente y no siempre es posible usar la correspondiente del lado derecho de la mandíbula. La segunda limitación era la ausencia de un número suficiente de niños de muy corta edad y de mayor edad en la muestra estandarizada. Esto significa que las etapas tempranas de algunos niños no podían ser incluidas, ya que estaban insuficientemente representadas en la muestra, y en los percentiles no se podía proporcionar los datos de las edades más extremas (46).

Para resolver estos problemas, los autores aumentaron el tamaño de la muestra, especialmente con datos de aquellos individuos de mayor y menor edad y añadieron dos fases adicionales para cubrir las edades comprendidas entre los 2,5 y los 17,0 años (46, 50).

En el nuevo método planteado en 1976, además de las correcciones anteriores, se incluyeron dos métodos parciales, en los que sólo se valoraba la edad dentaria en cuatro dientes, por lo que podía ser realizado mediante radiografías periapicales en lugar de panorámicas:

- PM1: valoraba el primer y segundo premolar y el primer y segundo molar permanente del lado izquierdo de la mandíbula.
- IN2: valoraba el incisivo lateral, primer premolar, segundo premolar y segundo molar permanente del lado inferior izquierdo (49, 40, 43, 50).

Se ha comprobado que este método consigue un alto nivel de precisión cuando se aplica a niños de corta edad, debido al elevado número de estadios de desarrollo dentario que cubren cortos periodos de tiempo (50).

Después de la aplicación del método de Demirjian y sus escalas de maduración, numerosos estudios han sugerido que hay diferencias en la cronología en función del origen de la población estudiada, por lo que, debido que los estudios iniciales se realizaron sobre una población franco-canadiense, los datos originales y las tablas de maduración cronológicas no pueden ser extrapolados a otros grupos de población (6, 12, 13, 24, 25, 28, 49). Los diferentes valores en el desarrollo dentario de los niños sobre la estimación de la edad dentaria están basados en diferencias en la nutrición, clima y condiciones sociales y económicas (6, 24, 40, 41). Es necesario adaptar el sistema de puntuaciones al país concreto sobre el que se va a estudiar la edad dentaria, ya que en caso contrario podemos cometer un error de sobreestimación o subestimación de la edad dentaria (6, 10, 12, 24, 25, 41, 49).

A pesar de que se le suele considerar como el sistema más sencillo de usar y con mayor fiabilidad, el método de Demirjian tiene algunas limitaciones:

- La edad no puede ser evaluada con precisión a partir de los 15- 16 años, ya que a esa edad la mayor parte de los dientes, excepto los terceros molares, ya han completado su desarrollo (6, 44).
- Está basado en la observación mediante radiografías (44).
- La apreciación de los estados de desarrollo es algo compleja debido a que la elección de la fase de desarrollo puede ser considerada subjetiva (44, 51). Cuando las etapas incluyen fracciones de la corona y el crecimiento radicular, la evaluación es más difícil y subjetiva; uno tiene que estimar que fracción de futuro desconocido de la altura de la corona o de la longitud de la raíz ya se ha formado (42).
- Se ha observado una tendencia secular positiva de aceleración del desarrollo dental, lo que sugiere que las puntuaciones de maduración obtenidas en los años 60-70 pueden no correlacionarse con las de los individuos en crecimiento del siglo XXI (6, 24).

- **Método de Willems:**

En el año 2001, Willems y cols. desarrollaron un nuevo método basado en niños belgas que adaptaba y simplificaba las puntuaciones del sistema de Demirjian, lo que demostró un aumento de la efectividad en la determinación de la edad cronológica, aunque se han publicado pocos estudios utilizando este método (6, 24, 28, 49). En su estudio empleaban las correcciones de Bonferroni y convertían las puntuaciones de maduración en la edad dentaria, minimizando el error de cálculo al obtener de forma directa la edad dentaria para la fase correspondiente del desarrollo dentario (50).

En su estudio, Willems y cols. encontraban una sobreestimación de la edad de la edad dentaria de 0,5 años en los niños y de 0,6 años en las niñas, por lo que establecieron unas nuevas tablas basadas en niños belgas para la determinación de la edad (47). Parece ser que este método es el que proporciona una mayor precisión, aunque no es el más utilizado (42).

- **Método de Mincer (3º molar)**

Este método tiene su aplicación en aquellos adolescentes, entre los 16 y los 22 años de edad, en los que la calcificación de los dientes permanentes ha finalizado, con excepción del tercer molar permanente, último diente en la arcada en completar su desarrollo y en hacer emergencia en la cavidad oral (10, 52-55). En estos pacientes, en ocasiones, los métodos para la determinación de la edad ósea mediante radiografías de muñeca no tienen utilidad, ya que prácticamente ha finalizado a esta edad la maduración esquelética de esa región (52, 54, 55).

Siguiendo los gráficos establecidos por Demirjian y cols, este método valora el estado de maduración del tercer molar, estableciendo la edad dentaria aproximada en función de ese único diente. Lo más probable es que cuando el tercer molar se encuentre en un estadio F o G, el sujeto estudiado tenga más de 18 años, tanto en hombres como en mujeres (52).

Los terceros molares, sin embargo, son los dientes que con mayor frecuencia se encuentran ausentes en la dentición humana y tienen una morfología particularmente variable tanto coronal como radicular, así como en su secuencia de formación y erupción, por lo que deben ser utilizados con precaución para la determinación de la edad (4, 22, 54).

Al igual que en método de Demirjian, como la etnicidad puede afectar a la mineralización dentaria, se han llevado a cabo estudios en diferentes poblaciones, en los que se demuestra que el tercer molar puede ser un buen indicador de la edad, pero se deben realizar adaptaciones a los valores de referencia de acuerdo con la etnia del lugar donde se realice el estudio (53).

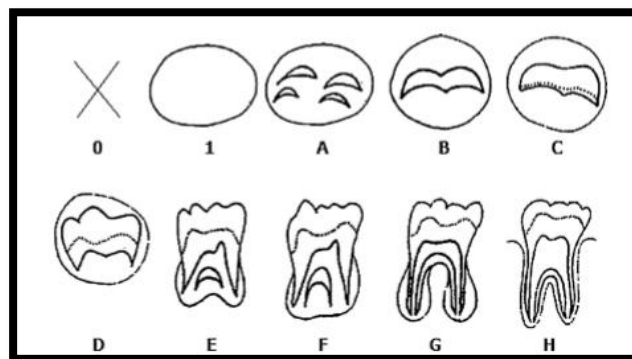


Imagen tomada de De Oliveira 2012

○ **Método de Nolla (1960):**

Fue la primera en establecer un método basado en radiografías para la estimación de la edad dentaria, sobre una muestra de 50 niños que acudían a la Universidad de Michigan. En ellos se realizó una serie de radiografías, en las que se incluían:

- Radiografía extraoral derecha e izquierda lateral de la mandíbula.
- Radiografía oclusal maxilar y mandibular.
- Radiografía periapical intraoral mandibular derecha e izquierda de los sectores posteriores (48).

En este método, en el que se valoraba la edad dentaria en radiografías periapicales, se evaluaba cada diente y se le asignaba un valor entre el 1 y el 10, en función de su longitud, pudiéndose dar también valores fraccionales en el caso en el que se encontrara entre dos categorías. La suma de las puntuaciones se comparaba con la suma media para niños o niñas y la edad dentaria era calculada (42, 48).

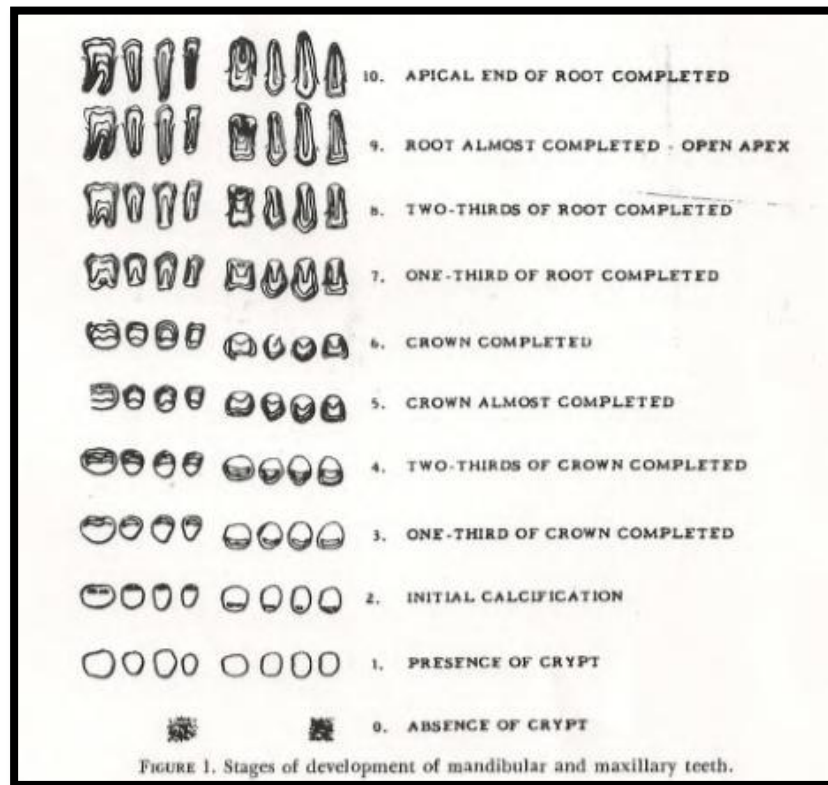


Imagen tomada de Nolla 1960

El sistema que utilizó Nolla se basa en el ideado por Pinney en 1939, en el que estudió el desarrollo de los dientes mandibulares mediante una serie de radiografías periapicales del mismo individuo, con una serie de modificaciones. (48) Este sistema fue uno de los primeros en evaluar la formación dentaria longitudinalmente y cuantificar la maduración dentaria (42).

○ **Método de Cameriere:**

En este sistema se utiliza la reducción de la cámara pulpar de los premolares o los caninos, producida por la continua secreción de matriz

dentaria de los odontoblastos, medida en radiografías periapicales. Los valores medios del ratio pulpa-diente por grupo de edad muestran una relación general inversa entre la edad y el ratio, produciéndose las mayores reducciones en individuos de mayor edad. Esto indica que la aposición de dentina secundaria puede ser un fuerte marcador de la edad dentaria en adultos (7).

○ **Métodos basados en el diente en desarrollo:**

Los métodos más empleados son aquellos basados en la evaluación subjetiva de las fases de formación de la corona y la raíz, siendo estos un método alternativo para la valoración de la edad dentaria (56). Estos métodos son:

- Mörnstad, Staaf & Welander: este método se basa en ecuaciones de regresión, utilizando un número de parámetros de la altura de la corona, longitud de la raíz y anchura del ápice de diferentes dientes y edades basadas en ortopantomografías de niños suecos entre 6 y 14 años.
- Liversidge & Molleson: las ecuaciones de regresión de este método están basadas en datos sobre la longitud de la raíz de una población del siglo XVIII de Spitalfields, en Londres. Se basa en medidas directas, así como en medidas radiográficas de cada tipo de diente; la edad se estimaba a partir de la longitud radicular del canino, ambos premolares y segundo molar, junto con una media de todos los dientes disponibles de cada sujeto. Los datos de niños y niñas se combinan.
- Carels, Kuijpers-Jagtman, Van der Linden & Van't Hof: este método fue adaptado a partir de las longitudes dentarias de cartas de edad de niños alemanes, con ecuaciones de regresión específicas para cada sexo. La edad estimada se calculaba a partir de la longitud del canino, los premolares y el segundo molar, y una media calculada de cada sujeto (56).

2. 4. USOS DE LA MANDÍBULA EN ANTROPOLOGÍA FORENSE

La mandíbula o maxilar inferior es el hueso facial más largo y fuerte (57, 58). Es el único móvil de todos los que forman el macizo craneofacial y está constituido por una porción curva horizontal (el cuerpo) y dos porciones perpendiculares (las ramas). El ángulo de la mandíbula es la zona de unión entre la rama y el cuerpo. Cada rama presenta una apófisis condilar en el sector posterior que se articula con la fosa mandibular y el tubérculo articular del hueso temporal formando la articulación temporomandibular (ATM), y una apófisis coronioidea donde se inserta el músculo temporal (57). La mandíbula se forma a partir de dos hemi-mandíbulas simétricas que se unen después del nacimiento (59).

El crecimiento mandibular es un proceso bastante complejo y con características individuales que lo hacen distinto en cada sujeto. Las estructuras craneofaciales crecen en general de forma diferente al resto del cuerpo. Los huesos largos crecen en incrementos, mientras que el crecimiento de los huesos craneales se caracteriza por un fenómeno de remodelamiento mediante desplazamiento primario y secundario (34).

La mandíbula, en el nacimiento, es un delicado hueso basal que contiene a los gérmenes dentarios, encapsulados en pequeños alveolos abiertos por la zona oclusal. La rama es corta y se proyecta sólo ligeramente sobre el resto de la mandíbula. Sigue habiendo cartílago presente en la línea media, lo que ofrece la posibilidad de un crecimiento transversal rápido hasta que se osifica en la segunda mitad del primer año de vida. La parte anterior de la mandíbula se vuelve más maciza, el tamaño de la sección transversal aumenta y se forma una fuerte capa cortical; pero cualquier crecimiento transversal o anteroposterior es muy limitado. La mandíbula se vuelve más larga mediante adiciones a la parte dorsal, no a la ventral (60).

En general, se ha descrito un patrón de crecimiento vertical y otro horizontal. Aunque en la mayoría de las personas es balanceado, hay algunos que presentan un predominio del crecimiento vertical, mientras que en otros es el horizontal el que juega un papel más importante (5, 34).

En los individuos más jóvenes, la rama es relativamente corta con un borde anterior recto y un ángulo gonial muy obtuso, de tal manera que el cóndilo está casi en línea con el plano oclusal de los dientes; en los sujetos mayores la rama es relativamente

larga con un borde anterior curvo, reduciéndose el ángulo gonial (2, 5). Dicho ángulo obtuso es evidente en las personas más jóvenes y se asocia también con el aumento de la curvatura posterior del borde inferior del cuerpo lateral. Durante el crecimiento, la sínfisis y el cuerpo lateral también crecen relativamente en tamaño y el arco dentario se vuelve más parabólico (2).

Las características de forma de la mandíbula, sobre todo en lo referente a las dimensiones verticales, que muestran un aumento son: la rama, el proceso coronoide, el cuerpo lateral y la sínfisis. Estas características se asocian con una transición de una escotadura mandibular amplia y poco profunda a una configuración más profunda y estrecha (2).

El potencial de crecimiento mandibular está estrechamente relacionado con la maduración somática. El patrón de desarrollo de este hueso no es uniforme a lo largo de la vida, por lo que es muy probable que varíe según la edad del individuo (5). La mandíbula es el hueso que sufre el mayor aumento de tamaño de todos los huesos faciales; la rama mandibular específicamente se ha demostrado que está asociada con los mayores cambios morfológicos en tamaño y remodelamiento durante el crecimiento (4). La mandíbula de los individuos entre 0-2 años ha conseguido el 64% del tamaño final, a los 8 años el 85,7% y se completa el crecimiento a los 15-17 años (1, 2). A los 6 años de edad, la rama mandibular mide unos 4,5 cm aproximadamente en ambos sexos (1).

- **Aplicaciones de la mandíbula en antropología forense**

En medicina forense y antropología, el uso de los huesos para identificar a las personas y a los restos humanos ha sido referido a lo largo de la historia. Constantemente están apareciendo nuevos métodos, mientras que hay una mejora continua de los sistemas que son utilizados de rutina (1, 61).

La mandíbula, debido a sus características estructurales, con una densidad relativamente alta en relación a otros huesos, como las vértebras, costillas o esternón, es muy resistente ante diferentes acciones ambientales, por lo que se recupera intacto en numerosas ocasiones (58, 62). Se ha documentado su uso tanto para la determinación del sexo y la edad, como de la raza o etnia:

- **Sexo:**

Desde el punto de vista antropológico, la mandíbula ha sido ampliamente estudiada como posible indicador del dimorfismo sexual en cadáveres. La determinación del sexo en el esqueleto humano se considera como el paso inicial en su identificación y es crucial para los siguientes análisis, ya que la estimación de la edad y de la estatura siguen patrones marcadamente diferentes en hombres y en mujeres. En casos en los que se encuentren fragmentos de hueso, como en grandes desastres, la determinación del sexo con una precisión del 100% no siempre es posible y depende altamente de las partes del cuerpo disponibles, momento en el que la mandíbula puede jugar un papel muy importante, ya que es el hueso que presenta el mayor dimorfismo sexual de todo el cráneo en individuos adultos (58).

Los estudios actuales refieren que su uso como indicador del sexo no es aplicable a individuos subadultos, ya que hasta los 15 años no empieza a mostrar signos de diferencias entre hombres y mujeres (1, 4, 19, 58, 61-63). En el estudio de De Oliveira y cols. (2015) sólo se encontraron diferencias entre ambos sexos entre los 16 y los 20 años de edad, mostrando los hombres una mayor longitud de la rama mandibular que las mujeres (1).

La tasa de maduración y el patrón de crecimiento son diferentes en hombres y mujeres en lo referente a la maduración esquelética, que sucede antes en mujeres. Por esto, las diferencias sexuales pueden manifestarse en el cráneo y la mandíbula de las mujeres de forma más temprana que en los hombres (58).

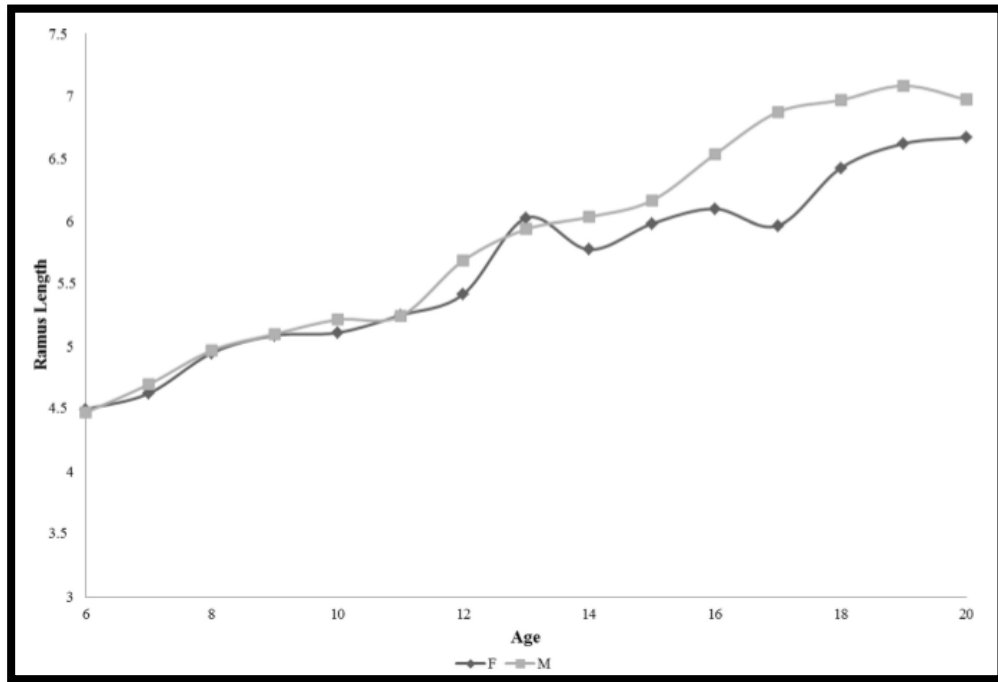


Imagen tomada de De Oliveira 2015

Diferencias en la longitud de la rama entre hombres y mujeres

El dimorfismo en la mandíbula se refleja en su forma y tamaño. La forma ésta se crea mediante el modelado secuencial estructural mientras que el hueso va aumentando su tamaño. Como la mandíbula es el último hueso del cráneo en completar el crecimiento, es sensible al brote puberal. La rama se puede diferenciar entre ambos sexos, ya que las etapas de desarrollo de la mandíbula, las tasas de crecimiento y duración de éstas y el desarrollo músculo-esquelético son claramente diferentes en hombres y mujeres. Además, las fuerzas masticatorias ejercidas son distintas entre géneros, lo que influye en la forma de la rama mandibular (19, 58).

Las regiones que expresan un mayor dimorfismo sexual son el cóndilo y la rama, y con menor relevancia, el cuerpo lateral y la sínfisis. Humphrey y cols. (1999) encontraron que “los lugares asociados con los mayores cambios morfológicos en tamaño y remodelación durante el crecimiento son generalmente los más dimórficos” (3, 19, 58). La rama muestra mayor dimorfismo sexual en términos de altura de la coronoides seguido por la altura del cóndilo. Los mejores puntos, en el caso de los hombres, son los parámetros de altura de la coronoides y la del cóndilo y, para las

mujeres, la altura proyectiva (58). De acuerdo con Loth & Henneberg (1996) la flexión de la rama mandibular es un rasgo que permite la estimación sexual con una elevada eficacia y es fácilmente observable. La eversión gonial ha sido desde hace largo tiempo empleada como indicador esquelético del sexo, y este rasgo ha sido firmemente establecido como un marcador sexual en los adultos y ha sido considerado su valor diagnóstico también en individuos subadultos (62).

- **Raza o etnia:**

Se ha intentado también utilizar la mandíbula de restos óseos humanos para determinar la procedencia racial de las personas estudiadas, encontrando mayores diferencias que en el caso del sexo en los individuos subadultos. Se puede especular que la morfología mandibular específica de una población quizás se establezca de forma más temprana en la ontogenia, como resultado de los rasgos genéticos heredados. Por esta razón, es más razonable en el rango de edad prepuberal encontrar que las diferencias poblacionales sean más obvias que las sexuales (63). Pocos estudios se han concentrado en la utilidad de la morfología mandibular para asignar la afinidad poblacional; el cráneo parece ser el elemento del esqueleto de elección (3).

- **Edad:**

También en el ámbito de la antropología forense hay estudios que intentan determinar la edad mediante el uso de mediciones sobre mandíbulas de cadáveres, tanto en adultos como en individuos subadultos. Franklin y cols. en el año 2007 establecieron que medidas lineares de la altura de la rama mandibular en mandíbulas desecadas podían ser empleadas para determinar la edad con una eficacia comparable o cercana a los estándares basados en la dentición (1, 2, 4). Esto no es un resultado inesperado: el crecimiento mandibular está estrechamente integrado con el desarrollo dentario, debido a que este hueso sirve para asentar a la dentición inferior y también proporciona unión a los músculos masticatorios, por lo que está influenciado por los cambios en la función masticatoria producidos con la edad (2, 4). Esto, y la premisa de que la dentición está menos afectada por las variaciones nutricionales que otros tejidos óseos, consiguen implicar que la morfología mandibular podría ser un elemento útil para la evaluación de

la edad de un esqueleto (1, 4). La mandíbula, como ya se ha referido anteriormente, es el hueso que más crece en la adolescencia, razón por la que también tiene un papel en la determinación de la edad (61).

Desde una perspectiva funcional y de desarrollo, existe un buen razonamiento a la hora de sugerir que la mandíbula puede ser un hueso adecuado para la estimación de la edad. A pesar de que el uso de esta estructura no es válido para la determinación de ésta en todos los grupos de edad, es capaz de ello hasta la adolescencia, ya que el crecimiento de este hueso finaliza entre los 15 y los 17 años (1, 4).

En lo referente a que zonas podrían ser más adecuadas para la determinación de la edad en la mandíbula de individuos subadultos, el estudio de Norris y cols. del año 2002, realizado en niños entre 0 y 2 años, determinó que las únicas diferencias que se observaban eran en la altura de la rama mandibular. Este autor afirmó la existencia de diferencias morfológicas entre los distintos grupos de edad, aunque no presentó estándares de predicción (4). Franklin y Cardini sugerían que, desde una perspectiva de desarrollo y función, hay evidencia de que la mandíbula es un indicador apropiado de la edad de un individuo, encontrando una fuerte correlación entre la edad cronológica y la morfología mandibular, especialmente de la rama (1, 2, 4).

En el campo de la Odontología también se ha intentado utilizar la mandíbula como un determinador de la edad, aprovechando radiografías habituales en nuestro campo, como la ortopantomografía en el estudio de Espina-Ferreira y cols. (2007) o la telerradiografía lateral de cráneo, en el estudio de Rai y cols. (2008) y en el de De Oliveira y cols. (2015). Un estudio, llevado a cabo por Minier y cols. en el año 2014, encontró una fuerte correlación entre la edad fetal y la longitud de la mandíbula en tomografía computerizada (59).

Espina-Ferreira y cols. (2007) encontraron que entre las variables métricas estudiadas en niños entre 6 y 12 años y la edad cronológica existía una correlación positiva, afirmando que en estas edades se producen fundamentalmente cambios armónicos e interdependientes en la altura y la anchura mandibular, sin afectar aparentemente a las variables angulares (5).

La habilidad de evaluar la maduración esquelética mediante mediciones lineares y angulares de la rama mandibular a través del examen de una radiografía panorámica puede ofrecer una ventaja sobre el método de la radiografía convencional de muñeca,

“gold estándar” en la determinación de la edad ósea en pacientes en crecimiento. No sería necesario realizar una exposición radiográfica adicional a la panorámica, que de rutina es empleada por los odontólogos, manteniendo en mente el principio ALARA (tan bajo como razonablemente alcanzable). Este es especialmente importante en niños y adultos jóvenes, y, por lo tanto, los métodos que produzcan una elevada radiación no deben ser utilizados con frecuencia para evaluar la edad y el crecimiento (22). Debido a los riesgos asociados con la radiación, según Verma y cols. (2012), las radiografías de la mano sólo deben realizarse en casos excepcionales, por lo que es necesario encontrar un método alternativo que nos permita determinar la edad de la persona sin necesidad de someterlo a una radiación adicional (34).

3. JUSTIFICACIÓN

3. JUSTIFICACIÓN

A pesar de que la determinación de la edad dentaria mediante radiografías panorámicas es un método con una elevada precisión, no siempre es posible estimar de forma adecuada esta edad y es necesario realizar una radiografía de muñeca para completar el estudio de la edad cronológica.

La mandíbula posee un gran potencial de crecimiento y es uno de los huesos faciales que más cambios experimenta a lo largo de la infancia y la adolescencia. Además, en una radiografía panorámica se puede observar de forma completa la mandíbula. Su uso como ayuda a la hora de determinar características como la edad y el sexo en antropología forense ha sido ampliamente referido.

La estimación de la edad mediante la evaluación del crecimiento mandibular va a permitir, en una sola toma radiográfica, obtener el doble de información, ya que se podrá valorar en la misma imagen también la edad dentaria, evitando una nueva exposición, lo que disminuye la dosis de radiación recibida por el niño.

4. HIPÓTESIS

4. HIPÓTESIS

- Hipótesis nula (H_0): no es posible realizar una estimación de la edad mediante mediciones lineares y angulares en la rama mandibular sobre la radiografía panorámica en niños.
- Hipótesis alternativa: es posible realizar una estimación de la edad mediante mediciones lineares y angulares en la rama mandibular sobre la radiografía panorámica en niños.

5. OBJETIVOS

5. OBJETIVOS

- **Objetivo general:**

- Comprobar si el uso de mediciones lineares y angulares sobre la rama mandibular en la radiografía panorámica es válido para determinar la edad cronológica en una población infantil.

- **Objetivos específicos:**

- Analizar los cambios dimensionales producidos en la mandíbula durante el crecimiento entre los 6 y los 9 años de edad.
- Determinar la existencia de una correlación entre el aumento de la edad y el crecimiento de la mandíbula.
- Valorar la influencia del sexo en los cambios producidos en la región de la rama mandibular durante el crecimiento.
- Determinar si las medidas realizadas sobre la rama mandibular son más precisas en el lado derecho o en el izquierdo.
- Comparar la edad dentaria en base a los estadios de Demirjian con las medidas angulares y lineares en la muestra de niños de 6 a 9 años.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6. MATERIAL Y MÉTODOS

- **Población de referencia y de estudio:**

El universo del estudio estuvo constituido por pacientes que habían acudido a un Centro de Diagnóstico Radiológico de la Comunidad de Madrid, España, entre los años 2006-2014. A todos los pacientes se les realizaba un protocolo de diagnóstico radiográfico y fotográfico. Se les entregaba un cuestionario donde se recogían sus datos médicos generales y firmaban un consentimiento informado que autorizaba el uso de sus registros para fines investigadores, respetando la Ley de Protección de Datos.

Los pacientes se eligieron al azar, a medida que se iba disponiendo de sus registros. El total de la muestra fue de 120 pacientes, de ambos sexos y con edades comprendidas entre los 6 y los 9 años, sin importar el estadio de dentición en el que se encontrarse. Todos ellos cumplieron los siguientes criterios de inclusión, descartándose aquellos que presentaron alguno de los criterios de exclusión.

- **Criterios de inclusión y exclusión**

- Criterios de inclusión:

- Niños sin alteraciones faciales.
- Edades comprendidas entre los 6 y los 9 años.
- Sujetos de raza caucásica, residentes en la Comunidad de Madrid.
- Sujetos a los que se les haya realizado una radiografía panorámica.

- Criterios de exclusión:

- Presencia de algún tipo de alteración en el número de dientes (agenesias o supernumerarios)
- Radiografía panorámica poco nítida o distorsionada.
- Sujetos que portaran mantenedores de espacio, aparatología ortodóncica fija o coronas preformadas.

- **Muestreo**

El tipo de muestreo empleado para la selección de la muestra fue un muestreo no probabilístico consecutivo, hasta que se obtuvo el total de los 120 pacientes, divididos en 4 grupos, en función de la edad:

- Grupo 1: niños de 6 años (n = 30).
- Grupo 2: niñas de 7 años (n = 30).
- Grupo 3: niños de 8 años (n = 30).
- Grupo 4: niños de 9 años (n = 30).

Dentro de cada grupo, la mitad de los participantes eran niños y la otra mitad niñas (n=15).

- **Protocolo de Análisis Radiográfico**

Para la realización de nuestra investigación únicamente se contó con un registro radiográfico: la ortopantomografía. Todos los pacientes disponían de radiografía lateral de cráneo, y en algunos casos radiografía frontal, que no fueron empleadas.

STodas las radiografías se realizaron bajo las mismas especificaciones técnicas:

Ortopantomógrafo, Siemens modelo Ortofox®, homologado para la realización de radiografías panorámicas (programa 1). Sus características técnicas más relevantes:

- Tensión nominal 208/220/230/240 v/Corriente nominal 12^a.
- Frecuencia 50/60 HZ.
- Corriente del tubo 9-16 mA.
- Filtro equivalente de aluminio: 2.5mm.
- Tamaño focal 0.5 x 0.5mm.
- Técnica media utilizada: 65 Kv y 12 mA.
- Tiempo: fijo 12 s.

Sistema de registro de la imagen:

- Radiología digital (CR) marca AGFA.

- Detector de fósforo en formato 20 x 25 para la telerradiografía y 15 x 30 para la Ortopantomografía.
- Digitalizados para placas de fósforo AGFA.

Instrucciones para la realización de los registros radiográficos

Las instrucciones que se daban al paciente eran verbales: “Procure no moverse nada; el aparato va a dar un giro alrededor de la cabeza que durara aproximadamente unos 15 segundos. Respire normalmente por la nariz durante este tiempo. En cuanto este realizada la exploración le avisaremos.”

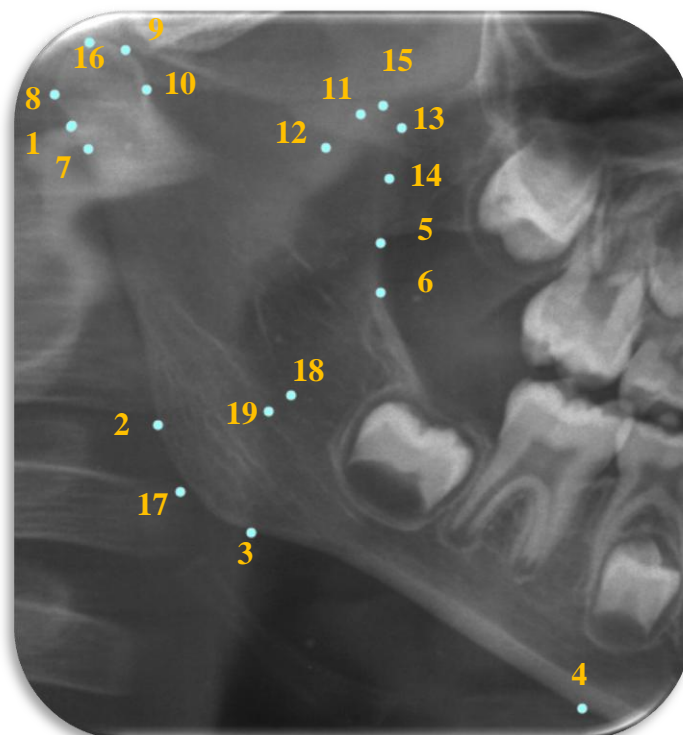
Previamente a la realización se preguntaba si portaba objetos metálicos, que debían ser retirados.

- **Criterios de selección de los registros radiográficos**

Fueron examinadas todas las radiografías por el investigador principal, seleccionándose la de mayor calidad en caso de duplicidad de registros.

- Sistemática para la valoración de radiografías:
 - Con la ayuda de un ordenador con monitor de 13” y el programa informático tpsDig versión 2, se capturaba la imagen digital de la radiografía.
 - Se utilizó el zoom para ampliar o disminuir la imagen en un 10% cada vez, para facilitar el reconocimiento anatómico de estructuras.
 - Fueron evaluadas un máximo de 15 radiografías por sesión.
 - Se procedió a la visualización de las estructuras anatómicas de interés para el estudio, seguido de la localización de los puntos anatómicos según el orden que se describe a continuación:
 - El contorno mandibular, cuerpo y rama mandibular.
 - El contorno del cóndilo mandibular, escotadura sigmoidea y apófisis coronoides mandibular.
 - El canal del nervio dentario.
 - Los puntos anatómicos son siempre pares, derecho e izquierdo (R y L). Primero fueron visualizados los derechos y después los izquierdos, siguiendo el orden y las definiciones siguientes:
 1. Punto más posterosuperior de la rama mandibular.

2. Punto más posteroinferior de la rama mandibular.
3. Punto más prominente del cuerpo mandibular (distal).
4. Punto más prominente del cuerpo mandibular (mesial) sin tener en cuenta el mentón.
5. Punto más anterosuperior de la rama mandibular.
6. Punto más anteroinferior de la rama mandibular.
7. Punto más posteroinferior del cóndilo mandibular.
8. Punto más posterosuperior del cóndilo mandibular.
9. Punto más anterosuperior del cóndilo mandibular.
10. Punto más anteroinferior del cóndilo mandibular.
11. Punto más posterosuperior de la apófisis coronoides.
12. Punto más posteroinferior de la apófisis coronoides.
13. Punto más anterosuperior de la apófisis coronoides.
14. Punto más anteroinferior de la apófisis coronoides.
15. Punto superior de la apófisis coronoides.
16. Punto superior del cóndilo mandibular.
17. Gonion: Localizado en la bisectriz del ángulo formado por las tangentes al borde posterior de la rama mandibular y al borde inferior del cuerpo mandibular.
18. Punto anterior del canal mandibular trazado sobre la bisectriz de Gonion.
19. Punto posterior del canal mandibular trazado sobre la bisectriz de Gonion.



- **Método**

- **Variables**

Las variables a tener en cuenta fueron las siguientes:

- Variables independientes:
 - Edad (expresada en años).
 - Género (masculino/femenino).
- Variables dependientes:
 - Ángulo gonial (AG), medido en grados.
 - Ángulo anterior de la rama (AAR), medido en grados.
 - Flexura de la rama (FR), medida en grados.
 - Ángulo de la abertura de la escotadura sigmoidea (AES), medido en grados.
 - Ángulo de la apófisis coronoides (AC), medido en grados.
 - Línea inferior (Li), medida en milímetros.
 - Línea A (LA), medida en milímetros.
 - Línea B (LB), medida en milímetros.
 - Línea C (LC), medida en milímetros.
 - Altura anterior de la rama (AR), medida en milímetros.
 - Altura máxima de la rama (AM), medida en milímetros.
 - Anchura del canal mandibular (ACM), medida en milímetros.

- **Sistemática del estudio**

El investigador principal siguió la sistemática y criterios siguientes, para llevar a cabo el trazado y obtención de medidas:

- Se partió de un archivo inicial que especificaba los nombres de los archivos que contenían las imágenes fotográficas y radiográficas de la muestra.
- El programa se utilizó para:
 - Marcar la ubicación de los puntos de referencia.
 - Trazar cada una de las medidas.
 - Realizar las mediciones pertinentes.
- Todas las mediciones se realizaron en ambos lados de la mandíbula.

- Los puntos se determinaron en función de los estudios de Espina-Fereira y cols. (2007) y Simoes y cols. (2004). (5, 64)
- Una vez obtenidos los puntos de referencia en cada una de las radiografías del estudio, se procedió al trazado y estimación de las medidas.
- La medida que ofrece el programa es el píxel, excepto en las medidas angulares cuya unidad es el grado. Para una mejor comprensión del estudio, se transformó mediante la regla mostrada en la radiografía panorámica los píxeles en milímetros.
- Cada serie de mediciones se guardaron en las hojas Excel diseñadas para la ocasión y distribuidas en función de la edad.
- Para valorar la fiabilidad intra-examinador se repitió el procedimiento en el 20% de la muestra.
- Las variables angulares medidas fueron las siguientes:

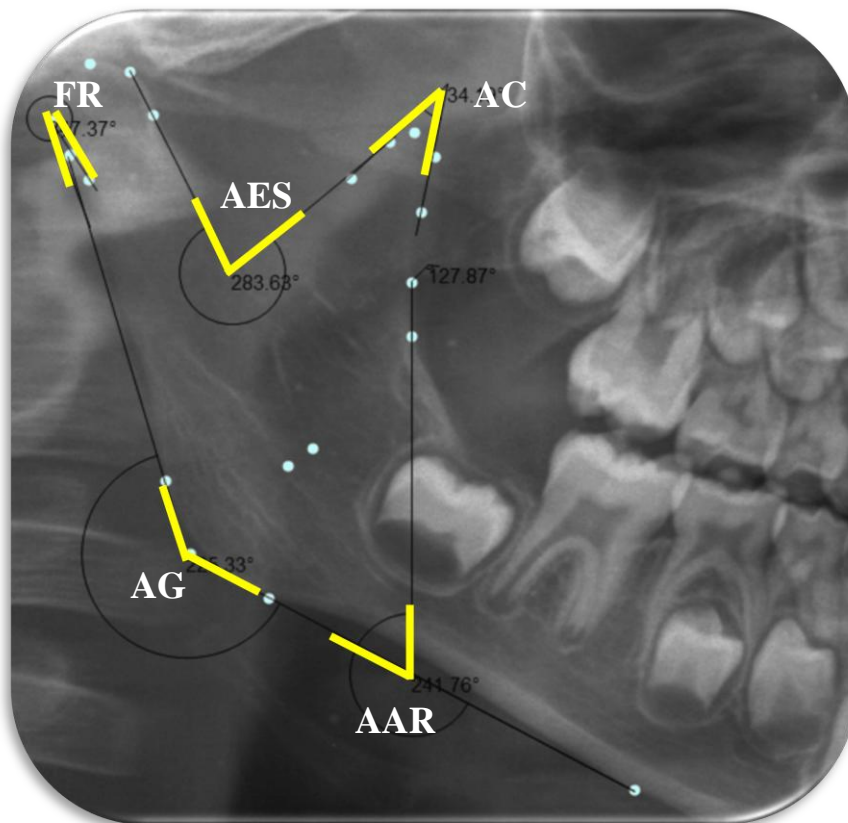
1. Ángulo gonial (AG): formado por una tangente que pasa por el borde posterior de la rama ascendente, plano R (tangente al borde externo de la rama mandibular) (puntos 1 y 2) y la línea tangente al borde inferior del cuerpo mandibular, sin considerar la parte del mentón (puntos 3 y 4).

2. Ángulo anterior de la rama (AAR): formado por la tangente del borde anterior de la rama, Plano R' (puntos 5 y 6) y la línea que pasa por el borde inferior del cuerpo mandibular (puntos 3 y 4).

3. Flexura de la rama (FR): ángulo formado por la intersección del plano R (puntos 1 y 2) con la tangente que pasa por el borde posterior del cóndilo de la mandíbula (puntos 7 y 8).

4. Ángulo de la abertura de la escotadura sigmoidea (AES): formada por la intersección de la línea tangente al borde anterior del cóndilo mandibular (puntos 9 y 10) y la tangente al borde posterior de la apófisis coronoides (puntos 11 y 12).

5. Ángulo de la apófisis coronoides (AC): formado por la intersección de las líneas tangentes que pasan por los bordes anterior (puntos 13 y 14) y posterior (puntos 11 y 12) de la apófisis coronoides.



Variables angulares

- Las variables métricas se describen a continuación:

1. Línea inferior (LI): formada por la tangente que pasa por el borde inferior de la rama, desde el vértice del ángulo gonial hasta donde intercepta una línea tangente al borde anterior de la rama, a nivel del borde inferior.

2. Línea A (LA): longitud de la bisectriz del ángulo gonial, que se extiende desde el vértice de éste, hasta que alcanza el borde anterior de la rama.

3. Línea B (LB): longitud de una línea que cruza transversalmente la rama ascendente y se extiende desde el vértice del ángulo de la flexura de la rama (FR), pasando por el vértice del ángulo de la escotadura mandibular (AES) hasta el borde anterior de la rama (plano R').

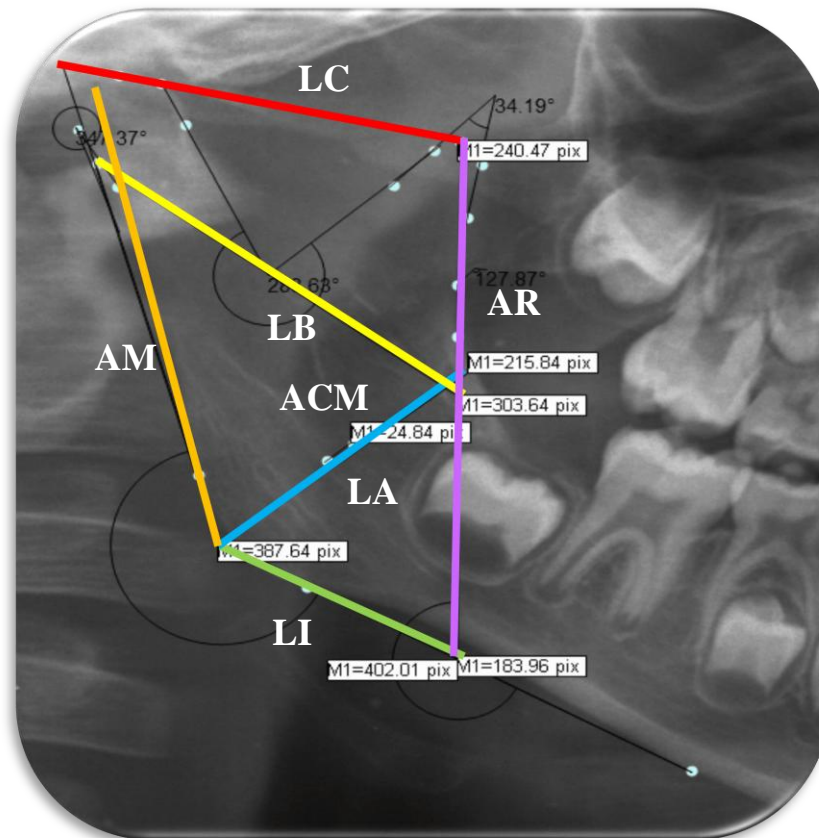
4. Línea C (LC): longitud de la tangente que pasa por los bordes superior de la apófisis coronoides y la cabeza del cóndilo mandibular. Se

extiende desde su cruce con la línea posterior de la rama hasta su cruce con la línea tangente al borde anterior de la rama.

5. Altura anterior de la rama (AR): longitud de la tangente del borde anterior de la rama que se extiende desde el corte de la línea C superiormente hasta el borde inferior del cuerpo mandibular.

6. Altura máxima de la rama (AM): formada por la tangente del borde posterior de la rama, entre los puntos cd (condilion) – tgo (intersección de las tangentes que forman el ángulo gonial).

7. Anchura del canal mandibular (ACM): longitud del canal mandibular a nivel de la bisectriz del ángulo gonial (puntos 18 y 19).



Variables métricas

- Finalmente, siguiendo el método de Demirjian y cols. (1973) para la determinación de la edad dentaria y con las tablas específicas para población española, publicadas por Feijoo y cols. (2011), se determinó la edad dentaria de los pacientes de la muestra. (ANEXO 1) (13, 21)

- **Análisis estadístico**

Todos los datos fueron recogidos en una base de datos Excel.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS 22.0 para Windows. Los métodos estadísticos utilizados fueron los siguientes:

- Estadística descriptiva de las variables cuantitativas para la descripción de las muestras: media, desviación estándar, máximo, mínimo, mediana, desviación estándar de la media, etc.
- Test de la T de Student para la comparación de dos medias en variables cuantitativas, asumiendo o no la igualdad de variancias, para valorar las diferencias entre sexos (65).
- Análisis de la varianza, ANOVA, para la comparación de múltiples grupos, para valorar las diferencias de cada variable en cada grupo de edad. Cuando el valor global de la F de Snedecor es significativo nos indica que las medias en los grupos no son iguales. Se muestra el test de Bonferroni que realiza comparaciones múltiples entre pares de grupos (65, 66).
- Relación bivalente entre variables continuas (procedimiento CORR), con la obtención del coeficiente de correlación de Pearson, para comparar cada una de las variables tanto con la edad cronológica como con la edad dentaria (65).
- Análisis de regresión lineal para la relación de variables cuantitativas y dicotómicas, buscando la relación entre el aumento de la edad y variaciones en las variables métricas y angulares medidas (65).
- Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC) para determinar el grado de concordancia en los datos cuantitativos, relacionando la edad cronológica con la edad dentaria medida por Demirjian, así como la repetición del 20% de las mediciones (67). Los valores tomados fueron:

Valor	Grado de acuerdo
0	Pobre
0,01-0,20	Leve
0,21-0,40	Regular
0,41-0,60	Moderado
0,61-0,80	Notable
0,81-1,00	Casi perfecto

- Test de la T de Student pareada, para la comparación de dos muestras relacionadas con el mismo sujeto, en la valoración de la concordancia entre la edad cronológica y la edad dentaria, así como la repetición del 20% de las mediciones (65).

En cada uno de los resultados se comprobó si existían diferencias significativas al 95% ($p < 0,05$).

7. RESULTADOS

7. RESULTADOS

7.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:

Se seleccionaron un total de 120 niños, con edades comprendidas entre los 6 y los 9 años de edad, que cumplían los criterios de inclusión y exclusión, cuyos datos fueron posteriormente distribuidos en función de la edad cronológica y el sexo (Tabla 1).

Edad	Hombre	Mujer	Total
6 años	15	15	30
7 años	15	15	30
8 años	15	15	30
9 años	15	15	30
Total	60	60	120

Tabla 1: Distribución por edad y sexo

Se determinó la concordancia intra-examinador, utilizando 24 radiografías panorámicas seleccionadas de forma aleatoria, siendo el valor del Índice de Correlación Intraclase (ICC) superior a 0,90 en la mayor parte de los resultados, menos en 4 de las 24 medidas en las que dicho índice estaba entre 0,80 y 0,90. En el test de la T de Student para muestras pareadas sólo se encontraron diferencias significativas en 3 de las 24 variables.

En la muestra seleccionada se llevó a cabo la medición de las distancias y los ángulos determinados en el estudio de Espina-Ferreira y cols. (2007) sobre la rama mandibular, tanto del lado derecho como del izquierdo (5). También se aplicó el cálculo de la edad dentaria mediante el Método de Demirjian (1973-1976) sobre radiografías panorámicas (21, 46), con las tablas específicas para población española establecidas por Feijoo y cols. (12, 13).

7. 2. EDAD CRONOLÓGICA Y EDAD DENTARIA:

Al comparar los valores de la edad dentaria, obtenidos mediante el método de Demirjian, con la edad cronológica se observó que los valores medios de la edad dentaria eran superiores a los de la edad cronológica, siendo la diferencia entre ambas estadísticamente significativa, como se observa en la tabla (Tabla 2)

	Media	Desviación estándar	N	Significación
Edad dentaria	8,27	1,51	120	0,000*
Edad cronológica	7,93	1,18	120	

Tabla 2: Media edad dentaria y cronológica

El coeficiente de correlación entre ambas variables fue de 0,763, con una $p < 0,05$.

Al valorar mediante la regresión lineal la dependencia de la edad cronológica con respecto a la edad dentaria se obtuvo que el 76% de los resultados quedan explicados por la recta de regresión.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,873 ^a	,763	,761	,57920

a. Predictores: (Constante), Edad dentaria

años

Tabla 3: Coeficiente correlación edades

En la tabla 4 se puede observar la edad media cronológica y dentaria desglosada por cada grupo de edad (6, 7, 8 y 9 años), así como la existencia de diferencias entre ambas edades.

Grupo de Edad	N	Media edad Dentaria	Media edad cronológica	Diferencia de medias (años)	Prueba T (P)
6 años	30	6,42	6,40	0,02	0,853
7 años	30	7,97	7,42	0,55	0,000*
8 años	30	8,77	8,42	0,35	0,015*
9 años	30	9,92	9,49	0,43	0,008*

Tabla 4: Diferencias edad dentaria-cronológica por grupos de edad

Las diferencias observadas entre la edad dentaria y la edad cronológica fueron estadísticamente significativas para los grupos de edad de 7, 8 y 9 años, siendo en todos los casos la edad dentaria superior a la cronológica, mientras que en el grupo de 6 años no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

7. 3. INFLUENCIA DEL SEXO EN LAS VARIABLES MÉTRICAS Y ANGULARES:

Se valoró la diferencia obtenida en los datos en función del sexo para cada una de las variables cuantitativas, siendo significativas las diferencias solamente en el Ángulo AC del lado derecho, y la Altura AR, tanto del lado derecho como del izquierdo. En la tabla 5 se muestra la estadística descriptiva en función del sexo para cada una de las variables en ambos lados, junto con la significación obtenida.

Variable (derecha)	Sexo	N	Media	Desviación estándar	Significación
Ángulo Gonial	Hombre	60	125,33	5,72	,071
	Mujer	60	127,34	6,37	
AAR	Hombre	60	116,26	5,97	,206
	Mujer	60	117,65	5,99	
FR	Hombre	60	12,67	5,08	,382
	Mujer	60	13,52	5,56	
AES	Hombre	60	66,62	15,58	,593
	Mujer	60	68,01	12,72	
AC	Hombre	60	41,05	10,67	,027*
	Mujer	60	45,37	10,52	
Línea Inferior	Hombre	60	26,27	3,64	,597
	Mujer	60	26,63	3,72	
Línea A	Hombre	60	30,35	4,13	,232
	Mujer	60	29,53	3,32	
Línea B	Hombre	58	45,01	7,17	,401
	Mujer	59	46,16	7,14	
Línea C	Hombre	60	32,41	3,66	,399
	Mujer	60	32,99	3,64	
Altura AR	Hombre	60	50,39	4,27	,045*
	Mujer	60	48,92	3,63	
AM	Hombre	60	46,94	3,06	,210
	Mujer	60	46,21	3,28	
ACM	Hombre	60	2,98	,48	,070
	Mujer	60	3,14	,46	

Tabla 5: Descriptiva lado derecho

En el lado derecho, se encontraron diferencias significativas en las mediciones entre hombres y mujeres en el ángulo AC, siendo cuatro grados de media mayor este ángulo en las mujeres que en los hombres, y en la Altura AR, que era dos milímetros mayor en los hombres que en las mujeres.

En el caso de la línea B, hubo tres sujetos en los que no fue posible registrar este valor, ya que la línea no cortaba la línea R' (tangente anterior a la rama mandibular), por lo que esos datos no se tuvieron en cuenta a la hora de valorar los resultados.

Variable (izquierda)	Sexo	N	Media	Desviación estándar	Significación
Ángulo Gonial	Hombre	60	125,62	5,64	0,961
	Mujer	60	125,72	15,34	
AAR	Hombre	60	115,33	5,86	0,53
	Mujer	60	118,74	12,16	
FR	Hombre	60	11,63	5,10	0,463
	Mujer	60	12,29	4,75	
AES	Hombre	60	71,15	11,50	0,942
	Mujer	60	71,00	11,10	
AC	Hombre	60	44,12	9,78	0,187
	Mujer	60	46,46	9,50	
Línea Inferior	Hombre	60	25,27	3,81	0,359
	Mujer	60	25,86	3,79	
Línea A	Hombre	60	30,25	3,38	0,171
	Mujer	60	29,40	3,45	
Línea B	Hombre	60	42,92	5,67	0,560
	Mujer	57	43,55	6,06	
Línea C	Hombre	60	32,72	2,90	0,662
	Mujer	60	32,96	3,23	
Altura AR	Hombre	60	49,30	3,72	0,020*
	Mujer	60	47,69	3,74	
AM	Hombre	60	47,48	3,20	0,153
	Mujer	60	46,69	2,85	
ACM	Hombre	60	3,30	,50	0,994
	Mujer	60	3,30	,52	

Tabla 6: Descriptiva lado izquierdo

En el lado izquierdo solo se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres en la Altura AR, que fue de media, dos milímetros superior en los hombres.

7. 4. VALORES DE LAS VARIABLES EN FUNCIÓN DE LA EDAD:

Se determinó el valor medio de cada variable cuantitativa para cada grupo de edad y para cada lado de la mandíbula, valorando la desviación estándar, así como la existencia de diferencias significativas entre cada grupo, quedando los datos reflejados en las tablas 7-18. Posteriormente, mediante las correcciones de Bonferroni, se determinó entre que grupos existían esas diferencias.

Ángulo Gonion	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	128,48	6,92	0,44
7 años	127,14	5,61	
8 años	124,45	5,76	
9 años	125,25	5,52	
Total	126,33	6,11	

Tabla 7D: Descriptiva variable A. Gonion Derecha

Ángulo Gonion	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	124,78	20,61	0,793
7 años	127,51	6,34	
8 años	125,13	6,71	
9 años	125,26	5,35	
Total	125,67	11,51	

Tabla 7I: Descriptiva variable A. Gonion Izquierda

AAR	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	119,35	6,26	0,59
7 años	116,98	5,41	
8 años	115,46	6,46	
9 años	116,02	5,31	
Total	116,95	6,00	

Tabla 8D: Descriptiva variable AAR Derecha

AAR	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	119,01	15,83	0,568
7 años	117,02	5,91	
8 años	115,52	7,87	
9 años	116,58	5,34	
Total	117,03	9,65	

Tabla 8I: Descriptiva variable AAR Izquierda

FR	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	13,40	6,06	0,743
7 años	13,78	4,67	
8 años	12,35	5,27	
9 años	12,83	5,34	
Total	13,09	5,32	

Tabla 9D: Descriptiva variable FR Derecha

FR	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	12,00	6,25	0,568
7 años	12,76	5,16	
8 años	10,97	3,48	
9 años	12,09	4,43	
Total	11,96	4,91	

Tabla 9I: Descriptiva variable FR Izquierda

AES	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	69,81	16,67	0,171
7 años	69,84	9,40	
8 años	66,85	15,79	
9 años	62,75	13,22	
Total	67,32	14,18	

Tabla 10D: Descriptiva variable AES Derecha

AES	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	70,56	13,88	0,549
7 años	70,02	11,83	
8 años	70,07	9,17	
9 años	73,65	9,68	
Total	71,08	11,25	

Tabla 10I: Descriptiva variable AES Izquierda

AC	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	44,05	9,20	0,014*
7 años	38,26	10,45	
8 años	47,03	9,90	
9 años	43,50	11,94	
Total	43,21	10,77	

Tabla 11D: Descriptiva variable AC Derecha

En este grupo (tabla 11D), las diferencias significativas sólo se encontraron entre los grupos de 7 y 8 años.

AC	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	44,46	10,02	0,114
7 años	42,18	8,19	
8 años	46,82	11,01	
9 años	47,70	8,72	
Total	45,29	9,67	

Tabla 11I: Descriptiva variable AC Izquierda

Línea Inferior	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	25,69	2,94	0,131
7 años	25,89	3,50	
8 años	26,48	3,91	
9 años	27,73	4,05	
Total	26,45	3,67	

Tabla 12D: Descriptiva variable Línea Inferior Derecha

Línea Inferior	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	23,10	2,67	0,000*
7 años	25,45	3,60	
8 años	25,72	3,50	
9 años	27,92	3,86	
Total	25,55	3,80	

Tabla 12I: Descriptiva variable Línea Inferior Izquierda

En este caso (tabla 12 I), las diferencias significativas fueron observadas entre el grupo de los 6 años con los de 8 y 9 años, y en el de 7 años con el de 9 años.

Línea A	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	27,98	2,42	0,000*
7 años	29,30	2,66	
8 años	30,93	4,43	
9 años	31,83	4,09	
Total	29,93	3,76	

Tabla 13D: Descriptiva variable Línea A Derecha

Las diferencias encontradas en esta medición (tabla 13D) fueron entre el grupo de los 6 años con los de 8 y 9 años, y en el de 7 años con el de 9 años.

Línea A	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	27,87	2,24	0,000*
7 años	29,35	3,13	
8 años	30,55	3,89	
9 años	31,52	3,24	
Total	29,82	3,43	

Tabla 13I: Descriptiva variable Línea A Izquierda

En esta medida se pudieron observar diferencias significativas entre el grupo de los 6 años al compararlo con el de 8 y con el de 9 años.

Línea B	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	43,86	8,31	0,018*
7 años	43,86	4,30	
8 años	45,60	8,36	
9 años	48,91	6,04	
Total	45,57	7,14	

Tabla 14D: Descriptiva variable Línea B Derecha

Las diferencias significativas fueron entre los grupos de 6 y 7 años con el de 9 años. (Tabla 14D)

Línea B	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	42,15	7,66	0,403
7 años	43,15	4,57	
8 años	42,87	5,13	
9 años	44,69	5,57	
Total	43,23	5,85	

Tabla 14I: Descriptiva variable Línea B Izquierda

Línea C	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	31,12	3,21	0,019*
7 años	33,06	2,84	
8 años	32,61	3,39	
9 años	34,01	4,50	
Total	32,70	3,65	

Tabla 15D: Descriptiva variable Línea C Derecha

Únicamente se encontraron diferencias al comparar el grupo de los 6 años con el de los 9 años. (Tabla 15D)

Línea C	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	31,32	2,65	0,005*
7 años	32,88	2,27	
8 años	33,09	3,33	
9 años	34,07	3,32	
Total	32,84	3,05	

Tabla 15I: Descriptiva variable Línea C Izquierda

En esta ocasión (tabla 15I) sólo se observaron diferencias significativas entre el grupo de los 6 años y el de los 9 años.

Altura AR	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	48,37	3,44	0,000*
7 años	48,12	3,15	
8 años	49,83	4,19	
9 años	52,29	3,94	
Total	49,65	4,01	

Tabla 16D: Descriptiva variable Altura AR Derecha

Las diferencias en este caso (Tabla 16D) fueron observadas entre el grupo de los 6 y 7 años con el de 9 años.

Altura AR	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	46,93	3,44	0,001*
7 años	47,55	3,28	
8 años	48,87	4,26	
9 años	50,62	3,20	
Total	48,49	3,80	

Tabla 16I: Descriptiva variable Altura AR Izquierda

Las diferencias más marcadas fueron entre los grupos de 6 y 7 años al ser comparados con el de 9 años. (Tabla 16I)

AM	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	44,77	2,67	0,000*
7 años	46,37	3,00	
8 años	47,02	3,43	
9 años	48,15	2,73	
Total	46,58	3,18	

Tabla 17D: Descriptiva variable AM Derecha

En esta medida (tabla 17D) se observaron diferencias significativas al comparar al grupo de los 6 años con el de 8 años y con el de 9 años.

AM	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	44,20	2,52	0,000*
7 años	46,94	2,97	
8 años	47,90	3,20	
9 años	48,29	2,57	
Total	47,08	3,04	

Tabla 17I: Descriptiva variable AM Izquierda

Sólo se encontraron diferencias significativas en el grupo de los 6 años cuando se le comparó con los de 8 y 9 años, respectivamente. (Tabla 17I)

ACM	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	3,07	0,46	0,687
7 años	3,13	0,57	
8 años	3,02	0,48	
9 años	2,99	0,40	
Total	3,05	0,48	

Tabla 18D: Descriptiva variable ACM Derecha

ACM	Media	Desviación Estándar	Significación
6 años	3,18	0,44	0,539
7 años	3,31	0,51	
8 años	3,37	0,50	
9 años	3,32	0,57	
Total	3,30	0,51	

Tabla 18I: Descriptiva variable ACM Izquierda

7. 5. CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS Y LA EDAD:

Para intentar explicar la progresión que sufren los valores de las variables a lo largo del crecimiento, se realizó una Correlación de Pearson de cada una de las variables con la edad cronológica y con la edad dentaria. Se hizo una primera correlación conjunta con ambos sexos, y después separada para hombres y para mujeres.

- **Edad cronológica**

EC Derecha	Hombres		Mujeres		Total	
	Valor	Significación	Valor	Significación	Valor	Significación
AG	-0,369	0,004*	-0,165	0,208	-0,25	0,005*
AAR	-0,223	0,087	-0,241	0,063	-0,230	0,012*
FR	-0,219	0,093	0,037	0,782	-0,080	0,382
AES	-0,448	0,000*	0,079	0,548	-0,201	0,028*
AC	0,016	0,904	0,134	0,307	0,76	0,407
LI	0,288	0,025*	0,153	0,244	0,218	0,017*
LA	0,401	0,002*	0,420	0,001*	0,402	0,000*
LB	0,421	0,001*	0,163	0,218	0,289	0,002*
LC	0,176	0,178	0,354	0,006*	0,267	0,003*
Altura AR	0,447	0,000*	0,333	0,009*	0,383	0,000*
AM	0,407	0,001*	0,395	0,002*	0,397	0,000*
ACM	0,083	0,530	-0,184	0,158	-0,051	0,583

Tabla 19D: Correlación de Pearson para Edad Cronológica (Derecha)

EC Izquierda	Hombres		Mujeres		Total	
	Valor	Significación	Valor	Significación	Valor	Significación
AG	-0,294	0,023*	0,049	0,710	-0,036	0,695
AAR	0,068	0,608	-0,163	0,216	-0,083	0,366
FR	-0,179	0,171	0,041	0,757	-0,069	0,455
AES	0,008	0,949	0,221	0,089	0,116	0,207
AC	0,248	0,056	0,129	0,328	0,187	0,041*
LI	0,458	0,000*	0,475	0,000*	0,465	0,000*
LA	0,398	0,002*	0,470	0,000*	0,431	0,000*
LB	0,267	0,039*	0,074	0,585	0,167	0,072
LC	0,245	0,039*	0,378	0,003*	0,317	0,000*
Altura AR	0,372	0,003*	0,338	0,008*	0,344	0,000*
AM	0,366	0,004*	0,410	0,001*	0,382	0,000*
ACM	0,084	0,522	0,158	0,229	0,123	0,182

Tabla 19I: Correlación de Pearson para Edad Cronológica (Izquierda)

○ **Edad Dentaria**

ED Derecha	Hombres		Mujeres		Total	
	Valor	Significación	Valor	Significación	Valor	Significación
AG	-0,391	0,002*	-0,127	0,335	-0,25	0,005*
AAR	-0,301	0,019*	-0,261	0,044*	-0,284	0,002*
FR	-0,140	0,285	-0,061	0,643	-0,101	0,270
AES	-0,458	0,000*	0,105	0,425	-0,202	0,027*
AC	-0,032	0,811	0,123	0,349	0,036	0,694
LI	0,251	0,053	0,075	0,569	0,159	0,084
LA	0,405	0,001*	0,346	0,007*	0,378	0,000*
LB	0,419	0,001*	0,132	0,321	0,271	0,003*
LC	0,198	0,130	0,369	0,004*	0,279	0,002*
Altura AR	0,425	0,001*	0,236	0,070	0,338	0,000*
AM	0,389	0,002*	0,488	0,000*	0,442	0,000*
ACM	0,166	0,204	-0,216	0,097	-0,031	0,739

Tabla 20D: Correlación de Pearson para Edad Dentaria (Derecha)

ED Izquierda	Hombres		Mujeres		Total	
	Valor	Significación	Valor	Significación	Valor	Significación
AG	-0,294	0,023*	0,049	0,710	-0,036	0,695
AAR	0,030	0,818	-0,218	0,094	-0,137	0,136
FR	-0,193	0,140	0,006	0,961	-0,098	0,286
AES	0,000	0,999	0,211	0,106	0,105	0,255
AC	0,190	0,145	0,153	0,243	0,165	0,072
LI	0,488	0,000*	0,416	0,001*	0,446	0,000*
LA	0,439	0,000*	0,403	0,001*	0,422	0,000*
LB	0,231	0,076	0,055	0,685	0,138	0,137
LC	0,188	0,150	0,441	0,000*	0,320	0,000*
Altura AR	0,396	0,002*	0,314	0,015*	0,355	0,000*
AM	0,352	0,006*	0,515	0,000*	0,430	0,000*
ACM	0,171	0,190	0,170	0,194	0,171	0,063

Tabla 20I: Correlación de Pearson para Edad Dentaria (Izquierda)

Los niveles de correlación obtenidos mediante este método no han sido muy altos, ya que sólo hay un valor que supere el 0,50, quedando la mayoría de los que han obtenido diferencias significativas entre el 0,25 y el 0,50. Debido a esto, sólo se han destacado aquellos valores que hayan obtenido un coeficiente de correlación cercano o superior al 0,40, descartando el resto, ya que según los criterios de Guilford, a partir de este valor, el grado de correlación se empieza a valorar como considerable. (68) Las variables que han conseguido mejores resultados son:

- AES derecha: con un coeficiente de correlación para los hombres de 0,45, pero no significativo en el caso de las mujeres.
- Línea inferior izquierda: con unos valores de correlación superiores al 0,40 tanto en hombres y mujeres, como en conjunto.
- Línea A derecha e izquierda: los valores de correlación en este caso fueron superiores para la edad cronológica que para la edad dentaria, obteniéndose en esta primera valores superiores al 0,40 para hombres, mujeres y en conjunto.
- Línea B derecha: sólo en el caso de los hombres el coeficiente de correlación fue superior al 0,40 para esta variable.

- Altura AR derecha: los valores de correlación obtenidos para la edad dentaria son superiores a los de la edad cronológica, y hay una mayor correlación entre los hombres que en las mujeres. En el lado izquierdo el coeficiente de correlación fue cercano al 0,40, pero no lo superó.
- AM derecha e izquierda: para esta variable los coeficientes de correlación fueron superiores al 0,40, siendo más altos en el caso de las mujeres que en los hombres.

Mediante estas correlaciones se ha podido determinar que las medidas lineares tienen un mejor valor predictivo de la edad con respecto a las variables angulares.

7. 6. REGRESIÓN LINEAL ENTRE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS Y LA EDAD CRONOLÓGICA.

Finalmente, para intentar explicar la progresión de todas las variables de forma conjunta, se volvió a realizar una regresión lineal con las 12 variables, eliminando aquellas que no se ajustasen a la recta de regresión. Las variables incluidas fueron:

- Línea inferior izquierda (mm) (LII)
- AM derecha (mm) (AMD)
- Línea C izquierda (mm) LCI
- Ángulo AES derecho (grados) AESD

Con estas 4 variables, el coeficiente de determinación (r^2) obtenido fue de 0,375, es decir, que un 37,5% de los valores obtenidos eran explicados por la edad, mientras que el 62,5% restante no es explicado por la variable edad. Según los criterios de Guideford, esta correlación, al ser menor de 0,40, es considerada pequeña. (68)

La fórmula de la recta de regresión sería la siguiente:

$$Edad = -0,601 + 0,111xLII + 0,074xAMD + 0,102xLCI - 0,016xAESE$$

Esta misma regresión lineal se repitió para niños y niñas por separado, siendo distintos los resultados:

- **Niños:** el coeficiente de determinación obtenido fue de 0,468, siendo las variables incluidas:
 - Línea inferior izquierda (mm) (LII).
 - Ángulo AES derecho (grados) (AESD)
 - Línea C izquierda (mm) (LCI).
 - Ángulo FR derecho (grados) (FRD).

La fórmula de la recta de regresión para hombres sería:

$$Edad_{(niños)} = 3,642 + 0,102xLII - 0,029xAESE + 0,138xLCI - 0,065xFRD$$

- **Niñas:** el coeficiente de determinación en el caso de las mujeres por separado fue de 0,318, y las variables que se incluyeron fueron:
 - Línea A izquierda (mm) (LAI).
 - AM derecha (mm) (AMD).

La fórmula de la recta de regresión para mujeres sería:

$$Edad_{(niñas)} = -1,548 + 0,142xLAI + 0,116xAMD$$

8. DISCUSIÓN

8. DISCUSIÓN

La determinación de la edad mediante la medición de distancias y ángulos a nivel de la rama mandibular en radiografías panorámicas puede ser un método adicional a la hora de establecer la edad en pacientes infantiles, con aplicación clínica a nivel de Odontopediatría y Ortodoncia, así como en Odontología Legal y Forense. La mandíbula es un hueso con un gran potencial de crecimiento y experimenta una gran cantidad de cambios durante la infancia y la adolescencia.

Su uso en la identificación de cadáveres o de restos humanos, mediante medidas sobre mandíbulas desecadas, es una aplicación actual en antropología forense, más documentada que su aplicación en individuos vivos.

La posibilidad de disponer de un método adicional para la determinación de la edad, sobre una radiografía muy empleada en la práctica clínica, puede aportarnos una información extra a la hora de iniciar tratamientos en los pacientes infantiles.

Sólo se ha encontrado un trabajo de investigación en la literatura que estudie la determinación de la edad en la rama mandibular en radiografías panorámicas en niños de 6 a 12 años, en una población de Venezuela, (5), siendo más frecuentes aquellos en los que la determinación de la edad se realiza sobre mandíbulas desecadas en restos humanos. En antropología forense, la mandíbula ha sido más empleada para la determinación del dimorfismo sexual, pero es posible encontrar estudios que evalúen la edad en individuos subadultos (2, 3, 19, 58, 63).

En la telerradiografía lateral de cráneo también se ha intentado determinar la edad mediante mediciones sobre la rama mandibular. En un estudio llevado a cabo en Brasil se utilizó la telerradiografía lateral de cráneo para medir la longitud de la rama mandibular y valorar si los pacientes estudiados tenían 18 años o más (1), mientras que en otra investigación de Rai y cols (2008) se valoraba la longitud de la rama y del cuerpo de la mandíbula en estas radiografías en niños entre 7 y 20 años, valorando que aumento de tamaño se producía cada año (61). Otra técnica para determinar la edad sobre la mandíbula es la empleada por Minier y cols (2014), que empleaba reconstrucciones de la tomografía computerizada sobre mandíbulas de fetos (59).

El tipo de estudio empleado fue un estudio transversal, al igual que las investigaciones similares realizadas por otros autores (1, 2, 3, 5, 19, 58, 59, 61, 63).

8.1 EDADES:

La elección de la edad para este estudio se basó en las investigaciones anteriores a éste, en las que la mayoría de los autores coinciden que la determinación de la edad, en líneas generales, es más precisa cuando se realiza en niños de corta edad, en comparación de cuando se evalúa en preadolescentes y adolescentes. Los errores a la hora de determinar la edad son menores cuando los individuos estudiados tienen menos de 10 años, y se considera que la mandíbula alcanza casi su tamaño final a los 8 años de edad, finalizando su crecimiento entre los 15 y los 17 años (4).

En su estudio sobre mandíbulas desecadas, Franklin y cols. (2007) determinaron que, en niños \leq de 10 años, el error obtenido fue de $\pm 1,4$ años, mientras que cuando se valoraban en conjunto todos los subadultos (1-17 años) este fue de $\pm 2,4$ años (2, 4). Para este autor, es claramente aparente, sin embargo, que la exclusión de los adolescentes (individuos de más de 10 años) reduce de forma consistente los errores (2). La diferencia entre la eficacia en la predicción entre los subadultos jóvenes y de mayor edad está claramente relacionado con las respectivas trayectorias de crecimiento. Los datos del estudio de Franklin y cols. (2008) muestran que los mayores aumentos en el tamaño mandibular relativo se producen a los 8 años de edad, en el punto en el que la mandíbula ha alcanzado de promedio el 85,7% del tamaño final esperado en los individuos examinados de 15-17 años. Alrededor de los 10 años de edad el crecimiento mandibular disminuye de forma considerable en esta muestra, con la excepción de un pequeño pico producido a los 14 años de edad, y sólo un ligero aumento en el tamaño se produce a partir de este momento (1, 2).

No todos los autores están de acuerdo en que las mediciones sean más precisas en menores de 10 años, Marber y cols. (2006) refirieron no encontrar diferencias entre la exactitud de la predicción de la edad en niños más jóvenes en comparación con aquellos de más edad (4).

Sin embargo, en lo referente a la determinación de la edad dentaria, Ubelaker y cols. (1978) refirieron una diferencia similar en la eficacia de la predicción entre los individuos subadultos más jóvenes y los mayores, estableciendo que “el desarrollo

dental proporciona los resultados más fiables, especialmente entre el nacimiento y los 10 años de edad”. Esto puede estar relacionado con cualquier expectación de variación en la remodelación de la mandíbula debido a las fuerzas masticatorias que aumentan con la edad, que serían prácticamente inexistentes en los infantes previamente a la erupción de los dientes temporales (2, 4). En su evaluación de la edad dental con la edad real, Reppien y cols. (2006) llegaron a la conclusión de que en “En casos con la dentición en desarrollo el rango de estimación de la edad puede estrecharse entre 2-4 años”. Dependiendo del grado de desarrollo, la dentición de un niño pequeño puede estimarse con un rango de 2 años, mientras que la de los subadultos, el rango más apropiado es el de los 4 años” (2, 4, 9).

La decisión de centrar el estudio entre los 6 y los 9 años de edad se basó en que no es frecuente encontrar radiografías panorámicas en menores de 6 años, por lo que se decidió este valor como límite inferior, y los 9 años como superior, ya que parece que los errores en la estimación de la edad son menores en este grupo de edad y la precisión puede llegar hasta el 90% en menores de 10 años (2, 4).

8.2. TÉCNICA RADIOGRÁFICA:

La decisión de utilizar la radiografía panorámica en nuestro estudio se debe a que esta técnica radiográfica es muy popular y ampliamente aceptada, y reproduce en una sola imagen las estructuras faciales, incluyendo los arcos maxilar y mandibular, junto con la articulación temporomandibular y sus estructuras de soporte, así como los dientes superiores e inferiores (69). Las medidas dimensionales realizadas sobre radiografías panorámicas pueden incluir un error considerable de metodología. Uno de los mayores límites del uso clínico de la ortopantomografía es su incapacidad de confirmar si las dimensiones mostradas en la imagen corresponden con las dimensiones reales. La posición de un objeto entre la fuente de rayos X y la película radiográfica es la responsable de la magnificación vista en las radiografías, que es igual en el plano horizontal y en el vertical (69).

La imagen de la radiografía panorámica está afectada tanto por error de magnificación como de desplazamiento. Las distancias horizontales son generalmente poco fiables, como resultado de la variación no lineal en la magnificación de las diferentes profundidades del objeto, mientras que las verticales suelen ser más fiables. Los valores de las distancias horizontales que se extienden a un solo lado poseen bajos índices de magnificación, con valores entre 0,97 y 1,07. Sin embargo, las horizontales que atraviesan la línea media de la mandíbula, extendiéndose entre el proceso condilar derecho e izquierdo, presentan unos valores mucho mayores en ortopantomografías que las mismas distancias en mandíbulas desecadas, con unos valores de magnificación de 1,45 a 1,85 (69). En nuestro estudio, para intentar disminuir lo máximo la magnificación, sólo se emplearon medidas lineares que no cruzaban la línea media.

Tronje y cols. afirmaron que las mediciones horizontales de dimensiones lineares no son fiables en la ortopantomografía, pero que las dimensiones verticales tienen mayor fiabilidad si los pacientes están adecuadamente posicionados. Es posible medir de forma precisa cualquier distancia vertical u horizontal en la radiografía panorámica, siempre que esta distancia se limite a un solo lado de la mandíbula, ya sea el derecho o el izquierdo, pero ésta no debe atravesar la línea media mandibular (69). Esta es la razón de que se haya dado una mayor importancia a aquellas medidas verticales sobre las horizontales en este estudio.

8.3. MEDICIONES:

En lo referente a que zonas podrían ser más adecuadas para la determinación de la edad en la mandíbula de individuos subadultos, el estudio de Norris y cols. del año 2002, realizado en niños entre 0 y 2 años, determinó que las únicas diferencias que se observadas se encontraban en la altura de la rama mandibular (70). En su estudio, Espina-Fereira y cols. (2007), utilizaron a parte de la altura de la rama mandibular, tanto anterior como posterior, otra serie de trazados lineares y angulares (5). Nosotros decidimos utilizar estas mismas distancias y ángulos para poder comparar los resultados obtenidos, ya que se han encontrado pocos estudios en la literatura que valoren la edad en la mandíbula.

De Oliveira y cols. (2015) y Franklin y cols. (2007) afirman que un avance práctico más en el uso de medidas lineares, en oposición con los estándares basados en estadios visuales para determinar la edad cronológica, produciría una mayor concordancia intra-inter examinador, ya que los métodos métricos introducen una menor subjetividad en la determinación final de la edad en comparación con los métodos de puntuación visuales (1, 4).

El cálculo de la edad dentaria según Demirjian y la posterior comparación con la edad cronológica del sujeto para determinar la validez del método, fue un objetivo muy común en los diferentes estudios encontrados en la literatura (6, 12-14, 16, 23, 24, 26, 28, 40, 41, 43, 45, 49, 51).

8.4. RESULTADOS

- **Edad dentaria:**

En lo referente a la edad dentaria, en este estudio se ha obtenido que la edad dentaria estimada mediante el método de Demirjian, con tablas específicas para la población española, es superior a la edad cronológica, siendo las diferencias entre ambas estadísticamente significativas. Estas diferencias eran mayores en el grupo de los 7, 8 y 9 años, mientras que en el de 6 años no hubo diferencias estadísticamente significativas.

El método de Demirjian es uno de los más conocidos, simple y más práctico de todos los empleados (41), pero su aplicación en diferentes poblaciones con las tablas de población franco-canadiense suele dar una sobreestimación de la misma, razón por la que se ha planteado por varios autores la necesidad de realizar tablas específicas para cada población, ya que en algunos casos la sobreestimación llega a ser de un año (16, 51). Hay estudios que incluso han demostrado diferencias entre áreas geográficas y ciudades dentro de un mismo país (41).

En antropología forense y en las ciencias forenses, la confiabilidad es un criterio importante que debe ser mejorado, pero cuando ésta aumenta, la exactitud disminuye. Una diferencia de 1 año entre la edad dentaria y la cronológica se considera exacta en antropología forense (6). Se considera que el método de Demijian es confiable, debido a que las etapas están bien definidas utilizando descripciones verbales así como ilustraciones, incluyendo las longitudes relativas de la corona y la raíz. (6, 24) Sin embargo, hay que destacar que el porcentaje de concordancia para la reproducibilidad de los incisivos inferiores es bajo, probablemente asociado a la técnica de adquisición de la radiografía panorámica (6).

Santoro y cols. (2012) en una muestra de niños italianos de entre 7 y 15 años obtuvieron una sobreestimación de la edad dentaria con este método, aunque las mayores diferencias las encontraron en los grupos de mayor edad, entre los 11,5 y los 15 años. En el grupo entre los 7 y los 10,5 años, las diferencias encontradas en este estudio fueron de $0,3 \pm 1,1$ años, mientras que nuestros resultados ofrecen una menor variación (0,02 a 0,55 en función del grupo de edad). Esto puede ser debido a que Santoro y cols. sí emplearon las tablas para población franco-canadiense (16). Otros

estudios, como el de Urzel y cols. (2013) para población francesa, con una diferencia media de 0,46 para los niños y 0,45 para las niñas, Feijoo y cols. (2012) en población española, con una sobreestimación de 0,87 y 0,55 respectivamente para chicos y chicas, Medina y cols. (2014) en Venezuela, Ginzelova y cols. (2015) en la República Checa, obtuvieron unos resultados similares de sobreestimación de la edad dentaria en relación con la cronológica (6, 12, 24, 40). Celik y cols. (2014) en una población turca encontraron diferencias mayores, superiores a un año (1,02 a 1,69), al igual que en una población de Macedonia en el estudio de Ambarkova, con unos valores de sobreestimación de $1,17 \pm 0,98$ años (41, 49). Esto puede ser debido a las diferencias raciales, al igual que lo observado en el estudio de Moze y cols. (2012) en Trinidad y Tobago (23), o en el de Cruz-Landeira y cols. (2010) en Venezuela, que encontraron una subestimación de la edad dentaria en la población venezolana (28).

Flood y cols. (2013) en una población australiana de entre 4,9 y 14,5 años encontraron que de los cuatro métodos propuestos por Demirjian para la estimación de la edad dentaria, el que emplea los siete dientes del lado izquierdo de la mandíbula es el que produce una mayor sobre estimación de la misma en relación con la cronológica. Estos datos también coinciden con los de Ambarkova y cols. (2014), que encontraron menor variación en aquellos métodos que usaban cuatro dientes en vez de los siete del método original (43, 49). También afirman que los valores de la población australiana varían de una región a otra, lo que relacionan con la diversidad racial del país, ya que según este estudio, los individuos que comparten una herencia genética o tienen una relación genética similar deberían tener cierto grado de concordancia cuando se desarrolla la dentición (43). Por esta razón, en nuestro estudio sólo se han incluido niños de raza caucásica procedentes de una misma comunidad autónoma, para intentar disminuir lo máximo posible esta variabilidad.

Las razones para estas diferencias entre la edad cronológica y la dentaria, según Liversidge y cols. (2010), no son claras (16, 51). Los mecanismos que son responsables de las diferencias en el desarrollo de la dentición entre las distintas poblaciones son desconocidos. Algunas de las posibles explicaciones de estas diferencias son el uso de puntuaciones ponderadas, ecuaciones complejas y la inclusión de individuos maduros, así como variaciones biológicas individuales, diferencias geográficas y culturales (6, 16, 25). Otra posible explicación es el lapso de tiempo entre los estudios, ya que los datos publicados por Demirjian y cols. son de los años 70 (21, 46); esta sobreestimación

puede ser debida a una tendencia secular positiva en el crecimiento y el desarrollo en las últimas décadas (6, 25).

- **Dimorfismo sexual:**

Según lo observado en la literatura, la mandíbula no es un buen determinador del dimorfismo sexual en los individuos subadultos, ya que se considera que hasta los 15 años no comienzan a observarse diferencias entre ambos sexos (1, 4, 19, 58, 61-63). A partir de esa edad, su importancia como indicador del sexo aumenta, y se llega a considerar que este hueso es el que presenta el mayor dimorfismo sexual de todo el cráneo en individuos adultos (58).

Tras comprobar las mediciones obtenidas sobre la rama mandibular en nuestro estudio, se ha podido observar que los individuos estudiados sí mostraban cierto grado de dimorfismo sexual, a pesar de que las edades no superaban los 10 años. Las regiones donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas fueron en el lado derecho en el ángulo AC, siendo cuatro grados de media mayor este ángulo en las mujeres que en los hombres, y en la Altura AR, tanto en el lado derecho como en el izquierdo, que era dos milímetros mayor en los hombres que en las mujeres.

Esto no coincide con lo referido en otros estudios, como el de De Oliveira y cols. (2015), en el que sólo se encontraron diferencias entre ambos sexos entre los 16 y los 20 años de edad, mostrando los hombres una mayor longitud de la rama mandibular que las mujeres. Aunque el grupo de edad no coincide, la región de la mandíbula en la que se encontraron diferencias fue la misma, a pesar de que la técnica era distinta, ya que estos autores realizaban las mediciones sobre telerradiografías laterales de cráneo y en una muestra de población brasileña (1). Rai y cols. (2008) tampoco encontraron diferencias sexuales en una población subadulta de la India en telerradiografías laterales (61). Los estudios sobre el dimorfismo sexual en mandíbulas desecadas de Franklin y cols. (2007) no encontraron diferencias sexuales en individuos subadultos, (63) pero en ninguno de los estudios de la literatura valorada se evalúa el dimorfismo sexual en radiografías panorámicas, lo que puede ser la causa de las diferencias observadas.

- **Diferencias izquierda-derecha:**

A la hora de determinar qué lado es más adecuado para valorar la edad en la rama mandibular en la radiografía panorámica, sólo es posible realizar comparaciones con un estudio, ya que tanto los que emplean mandíbulas desecadas como los que usan la telerradiografía lateral no especifican sobre qué lado trabajan o sólo pueden hacerlo sobre el solapamiento de ambas imágenes, respectivamente (1, 4, 61). Minier y cols. (2014) sí que especifican que el lado de elección fue el izquierdo, aunque no justifican la razón por la que lo emplearon (59).

El estudio de Espina-Ferreira y cols. (2007), con una metodología muy similar al nuestro, sí compara los resultados obtenidos al realizar las mediciones en el lado derecho y en el izquierdo, encontrando solamente diferencias entre dos ángulos (AG y FR) (5). En nuestro caso, las diferencias se encontraban entre los ángulos AES y AC, y en la línea B. Al comparar los valores de la correlación en un lado y en otro, los resultados tampoco son muy distintos, lo que nos lleva a pensar que no hay un lado que tenga una mayor correlación con la edad, siendo posible realizar las mediciones en cualquiera de los dos, obteniendo unos valores similares.

- **Mediciones sobre la rama mandibular:**

A diferencia de lo referido con respecto al dimorfismo sexual, la determinación de la edad sobre la rama mandibular en individuos subadultos parece ser un punto de consenso entre los diferentes autores, ya sea en radiografías panorámicas (5), en telerradiografía lateral del cráneo (1, 61) o sobre mandíbulas desecadas en estudios de antropología forense, (2, 4) llegando a considerar que el tamaño y la forma mandibular pueden ser utilizados para predecir la edad cronológica con una fiabilidad comparable, o muy similar, a los estándares basados en la dentición (2).

La región que parece tener un mayor peso a la hora de determinar la edad en individuos subadultos es la altura de la rama mandibular, tal y como afirman Norris y cols (2002) y Franklin y cols. (2007), al realizar mediciones directas sobre mandíbulas desecadas (4). Rai y cols. (2008) en su estudio sobre telerradiografías laterales proponen unas fórmulas con las que calcular la edad a partir de tres mediciones: la longitud del cuerpo mandibular, la altura de la rama y la longitud mandibular, pero no indican si

alguna de las tres medidas obtuvo mejores resultados que las otras a la hora de predecir la edad (61). De Oliveira y cols. (2015) en un estudio similar sí que afirman que la altura de la rama mandibular obtuvo unos valores de correlación con la edad del 90%, por lo que afirman que es posible establecer fórmulas para calcular la edad cronológica de forma aproximada a partir de las mediciones sobre la rama mandibular (1). En el estudio realizado por Minier y cols. (2014) en mandíbulas fetales también encontraron una elevada correlación entre la longitud de la rama y la edad fetal, así como con la anchura de la rama (59).

En nuestro estudio sí que se ha observado una mayor correlación entre la altura de la rama y la edad cronológica, aunque los valores del coeficiente de correlación son más bajos que los del resto de los estudios. Esto puede ser debido a las diferentes edades empleadas, ya que la gran mayoría utilizan imágenes radiográficas de niños hasta los 12 o los 18 años (1, 5, 61).

Otra posible explicación es la inclusión de sujetos de distintas razas en los estudios. Los estudios de Espina-Ferreira y cols. (2007) y de De Oliveira y cols. (2015) están realizados sobre sujetos sudamericanos, de Venezuela y Brasil respectivamente, mientras que el de Rai y cols. (2008) se llevó a cabo en la India. No se ha encontrado ningún estudio que utilice sujetos de raza caucásica, ya que incluso los realizados sobre mandíbulas desecadas, que también encuentran una elevada correlación entre la edad y la longitud de la rama, están realizados en sujetos sudafricanos (4). La única investigación realizada en Europa es la de Minier y cols. (2014), de Francia, pero que está hecha sobre fetos y con otra técnica (59). Franklin y cols. (2007) afirmaron que la morfología mandibular específica de una población quizás se establezca de forma más temprana en la ontogenia, como resultado de los rasgos genéticos heredados, siendo por esto más razonable en el rango de edad prepuberal encontrar diferencias poblacionales más obvias que las sexuales (63).

- **Correlación variables y edad cronológica:**

Al comparar los resultados obtenidos con el estudio de Espina-Fereira se puede observar que, de forma similar a lo obtenido en nuestro estudio, las distancias lineares tienen un mayor coeficiente de correlación con la edad cronológica que las medidas angulares, sin importar el género. Los valores que obtienen un mayor coeficiente de correlación en ese estudio son:

- Hombres: Línea I, Línea A, Línea B, Línea C, AR, AM y ACM.
- Mujeres: Línea I, AR, AM y ACM (5).

Mientras que los resultados de nuestro estudio son los siguientes:

- Hombres: AES, Línea I, Línea A, Línea B, AR y AM.
- Mujeres: Línea I, Línea A y AM.

En ambos casos las medidas en las que se obtienen unos valores más altos del coeficiente de correlación son bastante similares, aunque éstos son superiores en el estudio de Espina-Fereira y cols. (2007)

Al comparar los resultados del análisis de regresión múltiple de ambos estudios, en el de Espina-Fereira y cols. (2007) se ha incluido la edad ósea, medida sobre radiografías de muñeca, y la edad dentaria, a diferencia de este estudio, en el que sólo se incluyeron las variables métricas y angulares. Los resultados, separados por sexos fueron:

- Niños (Variables incluidas) → Línea I, AR, Edad dentaria y Edad ósea. Coeficiente de correlación = 0,919.
- Niñas (Variables incluidas) → AM, AR, Edad dentaria y Edad ósea. Coeficiente de correlación = 0,783 (5).

En el caso de nuestro estudio, los resultados fueron:

- Niños (Variables incluidas) → Línea I, AES, Línea C y FR. Coeficiente de correlación: 0,468.
- Niñas (Variables incluidas) → Línea A y AM. Coeficiente de correlación: 0,318.

A pesar de la diferencia en los valores del coeficiente de correlación, se puede observar que en ambos casos parece que la relación entre la edad cronológica y las variables mandibulares son mayores en el caso de los niños que de las niñas.

9. CONCLUSIONES

9. CONCLUSIONES

- El uso de mediciones lineares sobre la rama de la mandíbula puede tener gran importancia para determinar la edad cronológica en una población infantil.
- Existe una correlación positiva entre el aumento de la edad cronológica y el aumento de las dimensiones mandibulares, aunque no muy marcada en el grupo de los 6 a los 9 años de edad.
- El dimorfismo sexual en la mandíbula no suele estar presente hasta los 15 años, pero en nuestro estudio encontramos que los niños tienen una altura mandibular 2 mm de media superior a la de las niñas, así como las niñas un ángulo AC 4° mayor que los niños, en este grupo de edad.
- No hay datos concluyentes que nos indiquen que el lado derecho o el izquierdo son más precisos a la hora de determinar la edad mediante mediciones sobre la rama mandibular.
- Al analizar los cambios dimensionales producidos en la mandíbula durante el crecimiento entre los 6 y los 9 años de edad, encontramos que los mayores cambios se producen en las medidas lineares, mientras que en los ángulos prácticamente no hay variación.
- Al comparar la edad dentaria con las medidas angulares y lineares no se han encontrado diferencias significativas con la edad cronológica.

10. BIBLIOGRAFÍA

10. BIBLIOGRAFÍA

1. de Oliveira FT, Soares MQ, Sarmiento VA, Rubira CM, Lauris JR, Rubira-Bullen IR. Mandibular ramus length as an indicator of chronological age and sex. *Int J Legal Med.* 2015; 129(1):195-201.
2. Franklin D, Cardini A, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I. Mandibular morphology as an indicator of human subadult age: geometric morphometric approaches. *Forensic Sci Med Pathol.* 2008; 4(2):91-9.
3. Franklin D, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I. Sexual dimorphism and population variation in the adult mandible : Forensic applications of geometric morphometrics. *Forensic Sci Med Pathol.* 2007; 3(1):15-22.
4. Franklin D, Cardini A. Mandibular morphology as an indicator of human subadult age: interlandmark approaches. *J Forensic Sci.* 2007; 52(5):1015-9.
5. Espina-Ferreira, Á., Ortega, AI., Barrios, FA., Maldonado, YJ., Ferreira, JL. Variables métricas y angulares de la rama mandibular en radiografías panorámicas, como indicadores de la edad cronológica. *Investigación Clínica.* 2007; 48(4): 403-18.
6. Urzel V, Bruzek J. Dental age assessment in children: a comparison of four methods in a recent French population. *J Forensic Sci.* 2013; 58(5):1341-7.
7. Cameriere R, De Luca S, Alemán I, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in lower premolars by orthopantomography. *Forensic Sci Int.* 2012; 214(1-3):105-12.
8. Pretty IA, Sweet D. A look at forensic dentistry--Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. *Br Dent J.* 2001; 190(7):359-66.
9. Reppien K, Sejrsen B, Lynnerup N. Evaluation of post-mortem estimated dental age versus real age: a retrospective 21-year survey. *Forensic Sci Int.* 2006; 159 Suppl 1:S84-8.
10. Cunha E, Baccino E, Martrille L, Ramsthaler F, Prieto J, Schuliar Y, Lynnerup N, Cattaneo C. The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic Sci Int.* 2009; 193(1-3):1-13.

11. Pérez, F., Feijoo, G., Llanes, G., Maroto, E., Barbería, E. Determinación de la edad dentaria implicaciones clínicas y legales. *Rev. Soc. Chil Odontopediatría*. 2007; 23(2): 5-14.
12. Feijoo G, Barbería E, De Nova J, Prieto JL. Dental age estimation in Spanish children. *Forensic Sci Int*. 2012; 223(1-3):371.e1-5.
13. Feijoo G, Barbería E, De Nova J, Prieto JL. Permanent teeth development in a Spanish sample. Application to dental age estimation. *Forensic Sci Int*. 2012; 214(1-3):213.e1-6.
14. Hegde RJ, Sood PB. Dental maturity as an indicator of chronological age: radiographic evaluation of dental age in 6 to 13 years children of Belgaum using Demirjian methods. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2002; 20(4):132-8.
15. De Sanctis V, Di Maio S, Soliman AT, Raiola G, Elalaily R, Millimaggi G. Hand X-ray in pediatric endocrinology: Skeletal age assessment and beyond. *Indian J Endocrinol Metab*. 2014; 18(Suppl 1):S63-71.
16. Santoro V, Roca R, De Donno A, Fiandaca C, Pinto G, Tafuri S, Introna F. Applicability of Greulich and Pyle and Demirjian aging methods to a sample of Italian population. *Forensic Sci Int*. 2012; 221(1-3):153.e1-5.
17. Cameriere R, Ferrante L. Age estimation in children by measurement of carpals and epiphyses of radius and ulna and open apices in teeth: a pilot study. *Forensic Sci Int*. 2008; 174(1):60-3.
18. Schmeling A, Olze A, Reisinger W, Rösing FW, Geserick G. Forensic age diagnostics of living individuals in criminal proceedings. *Homo*. 2003; 54(2):162-9.
19. Franklin D, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I. determination of sex in south african blacks by discriminant function analysis of mandibular linear dimensions: A preliminary investigation using the zulu local population. *Forensic Sci Med Pathol*. 2006; 2(4):263-8.
20. Serinelli S, Panetta V, Pasqualetti P, Marchetti D. Accuracy of three age determination X-ray methods on the left hand-wrist: a systematic review and meta-analysis. *Leg Med (Tokyo)*. 2011; 13(3):120-33.
21. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol*. 1973; 45(2):211-27.

22. Kumar S, Singla A, Sharma R, Viridi MS, Anupam A, Mittal B. Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar calcification stages. *Angle Orthod.* 2012; 82(3): 501-6.
23. Moze K, Roberts G. Dental age assessment (DAA) of Afro-Trinidadian children and adolescents. Development of a Reference Dataset (RDS) and comparison with Caucasians resident in London, UK. *J Forensic Leg Med.* 2012; 19(5):272-9.
24. Medina AC, Blanco L. Accuracy of dental age estimation in Venezuelan children: comparison of Demirjian and Willems methods. *Acta Odontol Latinoam.* 2014; 27(1):34-41.
25. Yan J, Lou X, Xie L, Yu D, Shen G, Wang Y. Assessment of dental age of children aged 3.5 to 16.9 years using Demirjian's method: a meta-analysis based on 26 studies. *PLoS One.* 2013; 8(12): e84672.
26. Różyło-Kalinowska I, Kolasa--Rączka 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.
27. Baccetti, T., Franchi, L., McNamara, JA. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics.* 2005; 11 (3): 119-129.
28. Cruz-Landeira A, Linares-Argote J, Martínez-Rodríguez M, Rodríguez-Calvo MS, Otero XL, Concheiro L. Dental age estimation in Spanish and Venezuelan children. Comparison of Demirjian and Chaillet's scores. *Int J Legal Med.* 2010; 124(2): 105-12.
29. Haavikko K. Tooth formation age estimated on a few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proc Finn Dent Soc.* 1974; 70(1):15-9.
30. Mourelle R, Barbería E, Gallardo N, Lucavechi T. Correlation between dental maturation and bone growth markers in paediatric patients. *Eur J Paediatr Dent.* 2008; 9(1):23-9.
31. Satoh M. Bone age: assessment methods and clinical applications. *Clin Pediatr Endocrinol.* 2015; 24(4):143-52.
32. Koc A, Karaoglanoglu M, Erdogan M, Kosecik M, Cesur Y. Assessment of bone ages: is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatr Int.* 2001; 43(6):662-5.

33. Perinetti G, Contardo L, Gabrieli P, Baccetti T, Di Lenarda R. Diagnostic performance of dental maturity for identification of skeletal maturation phase. *Eur J Orthod.* 2012; 34(4):487-92.
34. Verma D, Peltomäki T, Jäger A. Predicting vertical growth of the mandibular ramus via hand-wrist radiographs. *J Orofac Orthop.* 2012; 73(3):215-24.
35. Santiago RC, de Miranda Costa LF, Vitral RW, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity. *Angle Orthod.* 2012; 82(6):1123-31.
36. Sato K, Mito T, Mitani H. An accurate method of predicting mandibular growth potential based on bone maturity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 120(3): 286-93.
37. Chen J, Hu H, Guo J, Liu Z, Liu R, Li F, Zou S. Correlation between dental maturity and cervical vertebral maturity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110(6): 777-83.
38. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002; 72(4):316-23.
39. Ball G, Woodside D, Tompson B, Hunter WS, Posluns J. Relationship between cervical vertebral maturation and mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139(5): e455-61.
40. Ginzellová K, Dostálová T, Eliášová H, Vinšů A, Buček A, Bučková M. Using Dental Age to Estimate Chronological Age in Czech Children Aged 3-18 Years. *Prague Med Rep.* 2015; 116(2):139-54.
41. Celik S, Zeren C, Celikel A, Yengil E, Altan A. Applicability of the Demirjian method for dental assessment of southern Turkish children. *J Forensic Leg Med.* 2014; 25:1-5.
42. Maber M, Liversidge HM, Hector MP. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int.* 2006; 1 (59 Suppl 1):S68-73.
43. Flood SJ, Franklin D, Turlach BA, McGeachie J. A comparison of Demirjian's four dental development methods for forensic age estimation in South Australian sub-adults. *J Forensic Leg Med.* 2013; 20(7):875-83.

44. Foti B, Lalys L, Adalian P, Giustiniani J, Maczel M, Signoli M, Dutour O, Leonetti G. New forensic approach to age determination in children based on tooth eruption. *Forensic Sci Int.* 2003; 132(1):49-56.
45. Sarkar S, Kailasam S, Mahesh Kumar P. Accuracy of estimation of dental age in comparison with chronological age in Indian population--a comparative analysis of two formulas. *J Forensic Leg Med.* 2013; 20(4):230-3.
46. Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol.* 1976; 3(5):411-21.
47. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001; 46(4):893-5.
48. Nolla CM. The development of the permanent teeth. *J Dent Child.* 1960; 27:254-66.
49. Ambarkova V, Galić I, Vodanović M, Biočina-Lukenda D, Brkić H. Dental age estimation using Demirjian and Willems methods: cross sectional study on children from the Former Yugoslav Republic of Macedonia. *Forensic Sci Int.* 2014; 234: 187.e1-7.
50. Jayaraman J, Wong HM, King NM, Roberts GJ. The French-Canadian data set of Demirjian for dental age estimation: a systematic review and meta-analysis. *J Forensic Leg Med.* 2013; 20(5):373-81.
51. Liversidge HM. Interpreting group differences using Demirjian's dental maturity method. *Forensic Sci Int.* 2010; 201(1-3):95-101.
52. De Salvia A, Calzetta C, Orrico M, De Leo D. Third mandibular molar radiological development as an indicator of chronological age in a European population. *Forensic Sci Int.* 2004; 146 Suppl: S9-S12.
53. de Oliveira FT, Capelozza AL, Lauris JR, de Bullen IR. Mineralization of mandibular third molars can estimate chronological age--Brazilian indices. *Forensic Sci Int.* 2012; 219(1-3):147-50
54. Mesotten K, Gunst K, Carbonez A, Willems G. Dental age estimation and third molars: a preliminary study. *Forensic Sci Int.* 2002; 129(2):110-5.
55. Prieto JL, Barbería E, Ortega R, Magaña C. Evaluation of chronological age based on third molar development in the Spanish population. *Int J Legal Med.* 2005; 119(6):349-54.

56. Liversidge HM, Lyons F, Hector MP. The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth. *Forensic Sci Int.* 2003; 131(1):22-9.
57. El sistema esquelético: el esqueleto axial. En: Tórtora G. *Principios de Anatomía y Fisiología*. 11ª Ed. Madrid: Panamericana; 2007. 197-233.
58. Saini V, Srivastava R, Rai RK, Shamal SN, Singh TB, Tripathi SK. Mandibular ramus: an indicator for sex in fragmentary mandible. *J Forensic Sci.* 2011; 56 (Suppl 1):S13-6.
59. Minier M, Dedouit F, Maret D, Vergnault M, Mokrane FZ, Rousseau H, Adalian P, Telmon N, Rougé D. Fetal age estimation using MSCT scans of the mandible. *Int J Legal Med.* 2014; 128(3):493-9.
60. Functional and Anatomic Aspects of the Head. Capítulo 4. En: Van der Linden. *Facial Growth and Facial Orthopedics*. 1986. Quintessence Publishing Co. Kingston-upon-Thames, Surrey. U.K.
61. Rai B, Krishan K, Kaur J, Anand SC. Technical note: Age estimation from mandible by lateral cephalogram: a preliminary study. *J Forensic Odontostomatol.* 2008; 26(1): 24-8.
62. Kemkes-Grottenthaler A, Löbig F, Stock F. Mandibular ramus flexure and gonial eversion as morphologic indicators of sex. *Homo.* 2002; 53(2):97-111.
63. Franklin D, Oxnard CE, O'Higgins P, Dadour I. Sexual dimorphism in the subadult mandible: quantification using geometric morphometrics. *J Forensic Sci.* 2007; 52(1):6-10.
64. Simoes WA. Análisis de simetría de las radiografías panorámicas. En: Simoes WA. *Ortopedia funcional de los maxilares*. Rio de Janeiro: Ediciones Ysaro; 1996. 311-25.
65. Ferrán Aranaz, M. *SPSS para Windows. Programación y Análisis Estadístico*. Mc Graw Hill. 1996.
66. Sánchez, M., Frutos, G. y Cuesta, P. L. *Estadística y matemáticas aplicadas*. Editorial Síntesis. 1996.
67. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33: 159-174
68. Correlación simple y regresión lineal. En: Calatayud J. *Bioestadística en la investigación odontológica*. Madrid: Pues, S. L; 2002. 111-30.

69. Catić A, Celebić A, Valentić-Peruzović M, Catović A, Jerolimov V, Muretić I. Evaluation of the precision of dimensional measurements of the mandible on panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998; 86(2):242-8.
70. Norris SP. Mandibular ramus height as an indicator of human infant age. *J Forensic Sci.* 2002; 47(1):8-11.

11. ANEXO

11. ANEXO

MÉTODO DEMIRJIAN

Determinación del estadio de desarrollo.

Demirjian y cols. establecieron 7 fases o estadios en el proceso de maduración dentaria, y realizaron una descripción tanto gráfica, mediante esquemas, como por escrito, de cada estadio. Se determinó una distinción entre dientes uni y multiradicales.

Criterios Generales:

- La valoración de cada diente se realizará consultando los criterios escritos y los esquemas para cada estado.
- Se ponderarán con mayor valor los criterios escritos sobre los esquemas.
- Para determinar el estadio en que se encuentra un diente nos regiremos por:
 - Si únicamente hay 1 criterio escrito: el diente deberá cumplirlo.
 - Si hay 2 criterios: es suficiente con que se cumpla el primer criterio.
 - Si hay 3 criterios: deben cumplirse los dos primeros.
 - En todos los casos debe comprobarse que cumple los criterios del estadio anterior.
 - En casos límite se asignará el estadio más bajo.
- Los estadios propuestos por el autor fueron:

Estadio A (1)

a.- Puede verse la calcificación, con forma de cono, de una o varias cúspides en la parte superior de la cripta.

En los multirradicales, no hay fusión entre los puntos de calcificación.

En los uniradicales, no se ha calcificado todo el borde incisal.

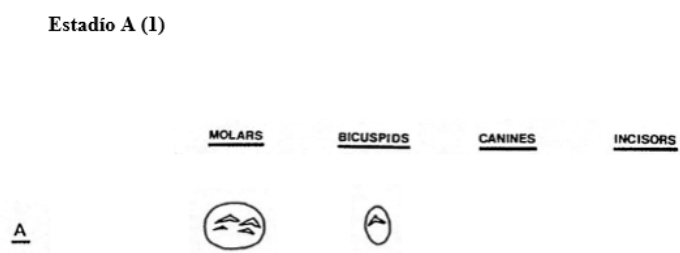


Imagen tomada de Demirjian 1973

Estadio B (2)

a.- Se observa fusión de los puntos de calcificación de una o varias cúspides delineando completamente el contorno de la superficie oclusal o del borde incisal.

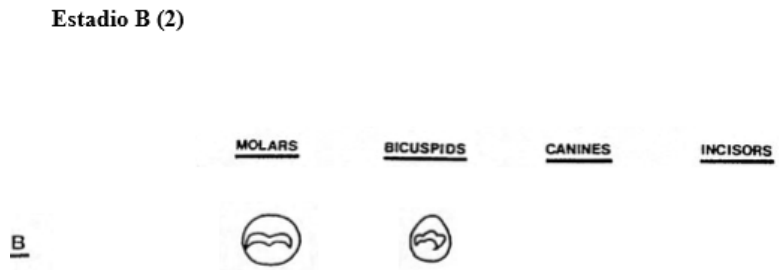


Imagen tomada de Demirjian 1973

Estadio C (3)

a.- Se ha completado la formación del esmalte de la superficie oclusal y se aprecia la extensión hacia cervical.

b.- Puede verse el comienzo del depósito de dentina.

c.- El contorno de la cámara pulpar tiene una forma curvada hacia el borde oclusal.



Imagen tomada de Demirjian 1973

Estadio D (4)

a.- Puede observarse la formación de la corona dentaria hasta la unión amelocementaria.

b.- El borde superior de la cámara pulpar se observa:

En los dientes uniradiculares, con una forma claramente curva, cóncava hacia cervical, y con el cuerno pulpar visible como el pico de un paraguas.

En los dientes multirradiculares, la cámara adopta una forma trapezoidal.

c.- Una espícula marca el comienzo de la formación de la raíz.

Estadio D (4)



Imagen tomada de Demirjian 1973

Estadio E (5)

Dientes uniradiculares:

a.- Las paredes de la cámara pulpar se muestran como líneas rectas rotas por la presencia de un cuerno pulpar más marcado que en el estadio anterior.

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

Molares:

a.- Es visible la formación inicial de la bifurcación radicular. Se aprecia como una estructura calcificada de forma semilunar.

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

Estadio E (5)

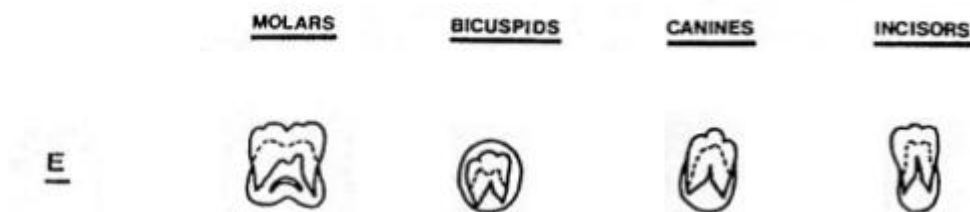


Imagen tomada de Demirjian 1973

Estadio F (6)

Dientes uniradiculares:

- a.- Las paredes de la cámara pulpar forman un triángulo isósceles con la parte final en forma de embudo.
- b.- La longitud de la raíz es igual o mayor que la altura de la corona.

Molares:

- a.- Las raíces están definidas y terminan en forma de embudo.
- b.- La longitud de la raíz es igual o mayor que la altura de la corona.

Estadio F (6)



Imagen tomada de Demirjian 1973

Estadio G (7)

- a.- Las paredes del conducto radicular son paralelas y el ápice está todavía abierto. En molares está abierto el ápice de la raíz distal.

Estadio G (7)

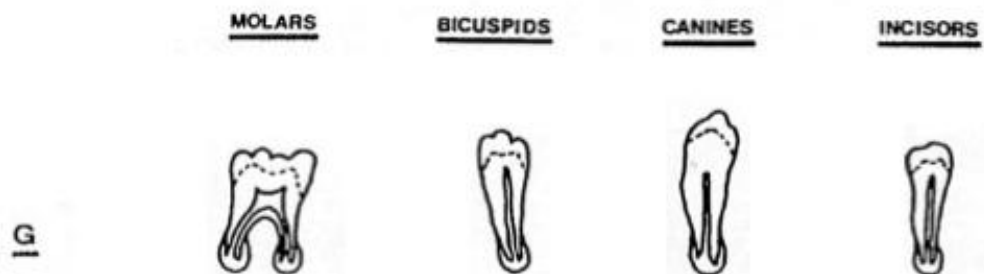


Imagen tomada de Demirjian 1973

Estadio H (8)

a.- El ápice del diente está totalmente cerrado.

b.- La membrana periodontal tiene una anchura uniforme alrededor de toda la raíz.

Estadio H (8)

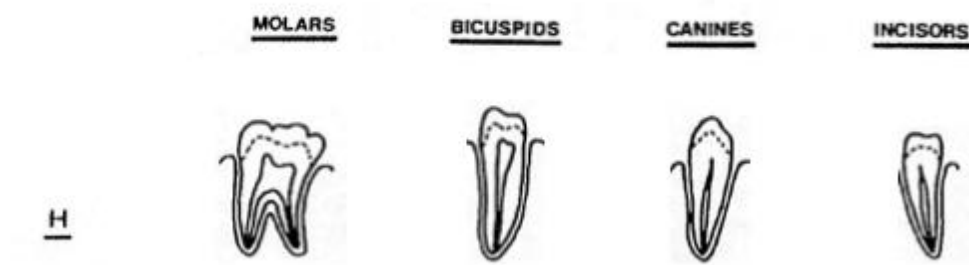


Imagen tomada de Demirjian 1973

Determinación de la edad dentaria.

Para el cálculo de la edad dentaria debe determinarse en primer lugar el estadio de maduración de los dientes mandibulares izquierdos (excluyendo el tercer molar). Una vez determinados los diferentes estadios de desarrollo se obtendrá una puntuación para cada diente en función del estadio en que se encuentre, para lo que recurriremos a las tablas de conversión planteadas por el autor para niños y niñas.

Se sumarán las puntuaciones obtenidas de cada uno de los siete dientes, obteniendo una puntuación total, que se llevará a un gráfico en el que existen diferentes curvas de maduración correspondientes a los distintos percentiles (diferenciadas entre niños y niñas), o bien a una última tabla de conversión, que corresponderá a los datos de la curva de maduración del percentil 50, a partir de las cuales se obtiene la edad dentaria del individuo. Se sumarán las puntuaciones obtenidas de cada uno de los siete dientes, obteniendo una puntuación total, a partir de la cual se obtiene la edad dentaria del individuo en unas tablas de conversión.

Girls									
Tooth	Stages								
	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0-0	1-8	3-1	5-4	9-0	11-7	12-8	13-2	13-8
M ₁				0-0	3-5	5-6	8-4	12-5	15-4
PM ₂	0-0	1-7	2-9	5-4	8-6	11-1	12-3	12-8	13-3
PM ₁		0-0	3-1	5-2	8-8	12-6	14-3	14-9	15-5
C				0-0	3-7	7-3	10-0	11-8	12-5
I ₂				0-0	2-8	5-3	8-1	11-2	13-8
I ₁				0-0	4-4	6-3	8-5	12-0	15-8

Tablas de conversión para niñas. Imagen tomada de Demirjian 1973

Boys									
Tooth	Stages								
	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0-0	1-7	3-1	5-4	8-6	11-4	12-4	12-8	13-6
M ₁				0-0	5-3	7-5	10-3	13-9	16-8
PM ₂	0-0	1-5	2-7	5-2	8-0	10-8	12-0	12-5	13-2
PM ₁		0-0	4-0	6-3	9-4	13-2	14-9	15-5	16-1
C				0-0	4-0	7-8	10-1	11-4	12-0
I ₂				0-0	2-8	5-4	7-7	10-5	13-2
I ₁				0-0	4-3	6-3	8-2	11-2	15-1

Tablas de conversión para niños. Imagen tomada de Demirjian 1973

Conversion of dental age scores in the study sample, Girls.

Age	Score	Age	Score	Age	Score	Age	Score
3.0	11.6	7.0	68.3	11.0	95.3	15.0	98.3
3.1	12.6	7.1	69.7	11.1	95.5	15.1	98.4
3.2	13.5	7.2	71.0	11.2	95.6	15.2	98.4
3.3	14.5	7.3	72.2	11.3	95.8	15.3	98.4
3.4	15.6	7.4	73.4	11.4	96.0	15.4	98.4
3.5	16.7	7.5	74.6	11.5	96.1	15.5	98.4
3.6	17.8	7.6	75.7	11.6	96.3	15.6	98.4
3.7	18.9	7.7	76.8	11.7	96.4	15.7	98.4
3.8	20.1	7.8	77.9	11.8	96.6	15.8	98.5
3.9	21.4	7.9	78.9	11.9	96.7	15.9	98.5
4.0	22.7	8.0	79.9	12.0	96.8	16.0	98.5
4.1	24.0	8.1	80.8	12.1	96.9		
4.2	25.3	8.2	81.7	12.2	97.0		
4.3	26.7	8.3	82.6	12.3	97.1		
4.4	28.1	8.4	83.4	12.4	97.2		
4.5	29.6	8.5	84.2	12.5	97.3		
4.6	31.0	8.6	85.0	12.6	97.4		
4.7	32.5	8.7	85.7	12.7	97.4		
4.8	34.1	8.8	86.4	12.8	97.5		
4.9	35.6	8.9	87.1	12.9	97.6		
5.0	37.2	9.0	87.7	13.0	97.6		
5.1	38.8	9.1	88.3	13.1	97.7		
5.2	40.4	9.2	88.9	13.2	97.8		
5.3	42.0	9.3	89.4	13.3	97.8		
5.4	43.6	9.4	89.9	13.4	97.9		
5.5	45.3	9.5	90.4	13.5	97.9		
5.6	46.9	9.6	90.9	13.6	97.9		
5.7	48.5	9.7	91.3	13.7	98.0		
5.8	50.2	9.8	91.7	13.8	98.0		
5.9	51.8	9.9	92.1	13.9	98.1		
6.0	53.4	10.0	92.5	14.0	98.1		
6.1	55.0	10.1	92.8	14.1	98.1		
6.2	56.6	10.2	93.2	14.2	98.2		
6.3	58.1	10.3	93.5	14.3	98.2		
6.4	59.7	10.4	93.8	14.4	98.2		
6.5	61.2	10.5	94.1	14.5	98.2		
6.6	62.7	10.6	94.3	14.6	98.3		
6.7	64.1	10.7	94.6	14.7	98.3		
6.8	65.6	10.8	94.8	14.8	98.3		
6.9	67.0	10.9	95.0	14.9	98.3		

Conversion of dental age scores in the study sample. Boys.

Age	Score	Age	Score	Age	Score	Age	Score
3.0	20.4	7.0	62.8	11.0	93.8	15.0	97.6
3.1	20.9	7.1	64.2	11.1	94.0	15.1	97.6
3.2	21.4	7.2	65.5	11.2	94.3	15.2	97.7
3.3	21.9	7.3	66.8	11.3	94.5	15.3	97.7
3.4	22.5	7.4	68.1	11.4	94.7	15.4	97.7
3.5	23.1	7.5	69.4	11.5	94.9	15.5	97.7
3.6	23.8	7.6	70.6	11.6	95.1	15.6	97.7
3.7	24.4	7.7	71.8	11.7	95.3	15.7	97.7
3.8	25.1	7.8	73.0	11.8	95.4	15.8	97.8
3.9	25.9	7.9	74.1	11.9	95.6	15.9	97.8
4.0	26.7	8.0	75.2	12.0	95.7	16.0	97.8
4.1	27.5	8.1	76.3	12.1	95.9		
4.2	28.3	8.2	77.3	12.2	96.0		
4.3	29.2	8.3	78.3	12.3	96.1		
4.4	30.1	8.4	79.3	12.4	96.2		
4.5	31.0	8.5	80.2	12.5	96.3		
4.6	32.0	8.6	81.1	12.6	96.4		
4.7	33.0	8.7	82.0	12.7	96.5		
4.8	34.1	8.8	82.8	12.8	96.6		
4.9	35.1	8.9	83.6	12.9	96.7		
5.0	36.3	9.0	84.4	13.0	96.8		
5.1	37.4	9.1	85.1	13.1	96.9		
5.2	38.6	9.2	85.8	13.2	96.9		
5.3	39.8	9.3	86.5	13.3	97.0		
5.4	41.0	9.4	87.1	13.4	97.0		
5.5	42.3	9.5	87.7	13.5	97.1		
5.6	43.6	9.6	88.3	13.6	97.2		
5.7	44.9	9.7	88.8	13.7	97.2		
5.8	46.2	9.8	89.4	13.8	97.3		
5.9	47.6	9.9	89.8	13.9	97.3		
6.0	49.0	10.0	90.3	14.0	97.3		
6.1	50.3	10.1	90.8	14.1	97.4		
6.2	51.7	10.2	91.2	14.2	97.4		
6.3	53.1	10.3	91.6	14.3	97.4		
6.4	54.5	10.4	91.9	14.4	97.5		
6.5	55.9	10.5	92.3	14.5	97.5		
6.6	57.3	10.6	92.6	14.6	97.5		
6.7	58.7	10.7	93.0	14.7	97.6		
6.8	60.1	10.8	93.2	14.8	97.6		
6.9	61.5	10.9	93.5	14.9	97.6		

Tablas de conversión para niños. Imagen tomada de Feijoo 2012