

VNIVERSITAT (è) VALÈNCIA [è) Facultat de Medicina i Odontologia

VNIVERSITAT
è) VALÈNCIA



FACULTAD DE MEDICINA I ODONTOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA

ESTIMACIÓN DE LA EDAD CRONOLÓGICA A PARTIR DEL DESARROLLO

DENTARIO

TESIS DOCTORAL

Presentada por

MÓNICA PERDOMO LOVERA

Dirigida por

PROF. ELISEO PLASENCIA ALCINA

PROF. FRANCISCO PIQUERAS VERGARA

Valencia, 2014

Eliseo I Plasencia Alcina, Profesor Titular Jubilado de Ortodoncia de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia y

Francisco Piqueras Vergara, Profesor Asociado de Antropología Dental de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia.

Certifican que:

Dña. Mónica Perdomo Lovera, ha realizado bajo nuestra dirección el presente trabajo original titulado: “Estimación de la edad cronológica a partir del desarrollo dentario” y reúne, a nuestro criterio, las condiciones y méritos suficientes para optar, mediante el mismo, al grado de *Doctor en Odontología* por la Universidad de Valencia.

Valencia, 1 de Septiembre de 2014

Fdo. Eliseo Plasencia Alcina

Fdo. Francisco Piqueras Vergara

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Eliseo Plasencia, por su dedicación al dirigir esta tesis doctoral, sin él no hubiese sido posible. Por abrirme las puertas de sus conocimientos y de su asignatura. Por darme el privilegio de aprender de él, como tantos profesionales que a su lado nos hacemos críticos de los hechos y vamos creando criterio como investigadores con bases en sus enseñanzas fruto de su experiencia y trabajo durante toda su vida. Gracias por estar siempre dispuesto para todos sin condición.

Al Dr. Francisco Piqueras por creer en mí y darme la oportunidad de conocer el mundo de la Antropología Dental. Un descubrimiento sin precedentes y del cual quiero seguir aprendiendo. Por sus sabias palabras cuando perdía el norte en esta dura tarea de escribir una tesis doctoral, haciendo siempre que pensara antes de nada.

Al Dr. Atilio Perdomo, mi padre, mi inspiración. Ejemplo de tenacidad y profesionalidad. Formador de cientos de profesionales, incluyéndome, los cuales admiramos su humildad y seguimos sus pasos como ser humano y como profesional de la salud. Me diste la vida y desde pequeña sembraste en mí la semilla de la inquietud de aprender y enseñar. Gracias por ser mi maestro.

A la Dra. Carla Aguirre y la Arqueol. Susana LLido, por su apoyo incondicional como profesionales y amigas durante el proceso de escritura de esta tesis. Gracias por haber compartido conmigo vuestros conocimientos profesionales y de vida, son de un valor incalculable para mí.

A la Dra. María Emilia Arocha, amiga y hermana, sin ti hubiese sido sencillamente imposible. Tu fuerza y tu ejemplo de dedicación y disciplina me han dado la fuerza necesaria para no dudar que valía la pena el esfuerzo.

A mi madre, por darme la vida y desde la distancia apoyarme con su amor y sus palabras. Por ser tu, por estar ahí, por mi vida.

A los amigos, cuando estas lejos son la familia que escoges. Gracias a todos por ser hermanos, padres, madres, primos y todo lo que por sangre no tengo en este país. Por vuestras sonrisas y abrazos.

Índice

Dedicatorias y agradecimientos.....	5
Tabla de contenido.....	7
Introducción	17
Revisión de la bibliografía	21
Las huellas del tiempo en el ente biológico.....	21
Crecimiento, desarrollo y maduración.....	21
Envejecimiento.....	25
Edad.....	26
Edad Cronológica	27
Edad Biológica o Fisiológica.	27
Tipos de edad fisiológica	28
Desarrollo de la dentición	29
Formación dental	30
Secuencia de formación intraútero	31
Secuencia de formación postnatal.....	32
Proceso de erupción	35
Factores de variación en el desarrollo dental.....	38
Métodos de estudio del desarrollo de la dentición.....	44
Métodos de disección e histología	47
Métodos basados en la emergencia dental.....	50
Atlas.....	53
Métodos radiográficos	57
Soluciones estadísticas.....	60
Método A. Función de distribución acumulativa.....	61

Índice

Método B. Promedio de edad en la primera aparición de una etapa de desarrollo.....	62
Método C. Edad media de los sujetos en una etapa de desarrollo	63
Método D. Predicción de edad	63
Método E. Etapa de formación para el grupo de edad de los sujetos	64
Método F. Escalas de maduración	65
Método G: Tablas pictóricas y atlas	66
Estimación de edad	67
Estimación de la edad dental	73
Métodos relacionados con el uso de los dientes.....	74
Observación macroscópica	75
Desgaste dental.....	75
Sistema de observación de desgaste según Guerasimov y Zoubov	76
Sistema de observación del desgaste dental por Miles.....	77
Sistema de observación del desgaste dental según Brothwell.....	78
Sistema de observación de desgaste según Lovejoy	79
Métodos histológicos	81
Método de los Anillos de Cemento.....	81
Método de Gustafson (1950)	82
Método de Dalitz (1962)	82
Método de Bang y Ramm (1970)	83
Método de Johanson (1971).....	84
Método de Maples (1978)	84
Método de Lamendin (1992)	84
Método de Prince y Ubelaker (2002).....	85
Método de Rai y col., (2006)	86
Métodos radiográficos	86
Método de Kvaal	86

Método de Cameriere.....	87
Bioquímicos.....	89
Racemización del ácido aspártico.....	89
Estudio del desarrollo dental.....	90
Métodos de estudio de la maduración dental y estimación de edad.....	90
Método de Nolla.....	91
Método de M-F-H (Moorrees y cols., 1963 a y b).....	94
Método de Demirjian.....	99
Método de Anderson. (Anderson – Thompson – Popovitch ATP).....	105
Método de Haavikko.....	107
Método de Gustafson y Koch.....	108
Método de Cameriere.....	109
Método de Kullman.....	111
JUSTIFICACION Y OBJETIVOS.....	117
Justificación.....	117
Objetivo general.....	118
Objetivos específicos.....	118
MATERIAL Y METODO.....	121
Diseño.....	121
Muestra.....	121
Muestra de validación.....	122
Distribución por sexo de la muestra.....	122
Distribución por edad de la muestra.....	123
Método.....	123
Metodología estadística.....	128

Índice	
Variables.....	129
RESULTADOS	133
Edad media de los individuos en una etapa de desarrollo	133
Dimorfismo sexual.	136
Modelo de Predicción de la Edad para la población menores de 14,5 años (Modelo 1).	137
IV.2.1 Modelo obtenido (Modelo 1)	141
Análisis de los residuos	147
Intervalos de predicción.....	149
Validez del modelo (Modelo 1).....	149
Modelo de Predicción de la Edad para mayores de 14,5 años (Modelo 2)....	151
Modelo obtenido (Modelo 2)	153
Análisis de los residuos	157
Validez del modelo (Modelo 2).	158
Discusión.	163
Consideraciones sobre el diseño del estudio.....	164
Consideraciones sobre las estimaciones.....	169
Importancia y validez de los hallazgos	175
Dimorfismo sexual.....	182
Conclusiones	189
Bibliografía	193
Anexos.....	221

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de los cambios producidos en las proporciones corporales generales durante los procesos de crecimiento y desarrollo normales del ser humano. Tomado de: Bravo (2003).....	24
Figura 2 Edades (en meses) de emergencia de la dentición temporal (Catalá y cols., 1993).....	33
Figura 3 Atlas de Shour y Massler	54
Figura 4 Atlas de Ubelaker	55
Figura 5 Atlas de AlQatani.....	57
Figura 6 Correlación de la edad con el desgaste según Guerasimov 1955 (Tomado de Rodríguez 2004).....	77
Figura 7 Sistema de Miles para la estimación de la edad por desgaste dental. Tomado de Hillson (1996).	78
Figura 8 Sistema de determinación de edad por desgaste dental de Brothwell (1981). Tomado de Hillson (1996).	79
Figura 9 Sistema del desgaste dental por Lovejoy; exposición de dentina en negro. Las edades correspondientes maxilares son A) 12-18; B1) 16-20, B2) 16-20, C) 18-22; D) 20-24;E) 24-30; F) 30-35; G) 35-40; H) 40-50; y mandibulares H) 40-45; I) 45-55 (según White 2000).	80
Figura 10 Etapas de desgaste y edades correspondientes Lovejoy (Krenzer 2006)	80

Figura 11 Estadios de desarrollo dental según Nolla (1960).	93
Figura 12 Etapas de desarrollo dental para dientes unirradiculares. Según Moorrees y cols., (1963).	95
Figura 13 Etapas de desarrollo dental para dientes multirradiculares. Según Moorrees y cols., (1963a). (se observa en esta imagen que en el dibujo correspondiente a la etapa Cl _i le falta una pequeña figura lineal indicativa del comienzo de mineralización de la furca).	96
Figura 14 Etapas de desarrollo dental según Demirjian y cols., (1973).	105
Figura 15 Diagrama de formación dental de Gustafson y Koch (Hillson 1996). .	109
Figura 16 Medidas de ápices abiertos de dientes en formación	110
Figura 17 Clasificación de las diferentes etapas de formación de la raíz de los terceros molares. (Tomado de Kullman y cols., 1992).	112
Figura 18 Asignación de las calificaciones por Demirjian y cols., (1973) modificado. Tomado de McGettigan y cols., (2011).	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categorías usadas para estudios antropológicos	69
Tabla 2 Códigos para descripción de etapas de desarrollo	96
Tabla 3. Edad media de las chicas en cada etapa por diente.	134
Tabla 4 Edad media de los chicos en cada etapa por diente	135
Tabla 5. Diferencias medias de edades entre sexos.	136

Tabla 6. Porcentaje sobre el total de individuos en cada grupo de edad.....	138
Tabla 7. Categorías a partir de la variable original.	140
Tabla 8 Resumen del modelo.(Modelo 1).....	142
Tabla 9 ANOVA (Modelo 1).	143
Tabla 10 Coeficientes (Modelo 1)	143
Tabla 11 Estadísticos sobre los residuos (Modelo 1).....	148
Tabla 12. Resumen del modelo (Modelo 2).....	153
Tabla 13. ANOVA (Modelo 2).....	154
Tabla 14 Coeficientes (Modelo 2)	155
Tabla 15 Estadísticos sobre los residuos (Modelo 2).....	157
Tabla 16 Intervalo de predicción para la edad media en sexo femenino según estado dentario en factores significativos	221
Tabla 17 Intervalo de predicción para la edad media en sexo masculino según estado dentario en factores significativos	225
Tabla 18 Intervalo de predicción para la edad individual en sexo femenino según estado dentario en factores significativos	228
Tabla 19 Intervalo de predicción para la edad individual en sexo masculino según estado dentario en factores significativos	231

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El estatus de desarrollo de cada niño se estima mejor si relacionamos etapas específicas de madurez fisiológica. En la práctica podemos distinguir entre 4 índices de desarrollo fisiológico, estos son: Esquelético, Somático, Dental y Madurez Sexual. Teóricamente una estrecha relación entre estos indicadores implica una concordancia en los mecanismos que los controlan, lo cual sirve a los clínicos para el diagnóstico y planificación del tratamiento.

Los dientes en desarrollo son utilizados para la evaluación de madurez y la estimación de edad en muchas disciplinas. Su formación, mineralización y el momento de emergencia son sucesos que se producen a lo largo de un periodo de tiempo que comienza en el primer trimestre de vida intrauterina, continúa durante la infancia hasta la adultez y termina con el cierre de los ápices de los terceros molares que en algunos individuos se logra a los 20 años de edad. Este prolongado periodo de tiempo, es un identificador muy útil de maduración en el estudio clínico y la estimación de la edad.

Evaluar el desarrollo de los dientes no es tarea sencilla y difiere de otros sistemas de maduración corporal.

Dentro del desarrollo de la dentición los aspectos más llamativos, y por ello más estudiados, son la formación o mineralización y la emergencia. Esta última ha sido estudiada con más frecuencia debido a la facilidad de observación y a la directa aplicación clínica de los datos obtenidos.

La mineralización, sin embargo, requiere radiografías, de las que la panorámica es la más utilizada, o métodos que combinan en distintas relaciones la disección y la histología de material procedente de abortos o autopsias.

Introducción

Los métodos para la estimación de edad dental basados en la formación y mineralización de los dientes ofrecen ventajas sobre los obtenidos a partir de cronologías de la emergencia. Principalmente, porque son sucesos de progresión continúa en uno o varios dientes y que pueden, algunos de ellos, aplicarse aun en denticiones incompletas por agenesia o pérdidas de piezas dentarias. Para su aplicación se suelen requerir radiografías y solo en casos muy concretos se puede hacer lectura directa del nivel de desarrollo de un diente.

Los basados en el número de dientes emergidos tienen la virtud de la sencillez. El dato a valorar se obtiene con la simple inspección visual. Aun reconociendo que son métodos de limitado interés, nos dan una medida del grado de desarrollo de la dentición que se puede comparar con la edad cronológica, pero presentan varios inconvenientes y el principal es que el momento de emergencia es un suceso que no puede ser observado lo que limita su exactitud.

Los métodos basados en el desarrollo de corona y raíz suelen partir de cronologías del momento de aparición de etapas ordinales que pueden observarse en todos los dientes en crecimiento. El momento de inicio, o cualquier otro, de cada etapa puede estudiarse y obtener una edad media en que cada uno de los dientes aparece en cada etapa.

Aunque la intención de los estudios pueda ser diversa, en gran parte de las ocasiones se trata de establecer cronologías de los eventos de desarrollo que sirvan de referencia para la valoración clínica de casos individuales en cuanto a estimación de edad cronológica a partir de la edad dental.

REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA

REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA

Las huellas del tiempo en el ente biológico

Nacer, crecer, madurar, envejecer y morir. La vida de todos los seres humanos discurre a través de esas etapas, en un proceso de continuas variaciones físicas, psicológicas e intelectuales, en una evolución marcada por cambios permanentes e irreversibles. El cuerpo humano presenta fases de crecimiento, maduración y degeneración de los distintos órganos y tejidos, con características específicas observables y medibles, de cada periodo en vida y también después de la muerte. En el proceso de crecimiento y maduración todos los cambios son progresivos, en secuencia e irreversibles, dejando al organismo cambiado respecto a su estado anterior, lo que lleva irremediamente a huellas físicas que aportan información valiosa.

Crecimiento, desarrollo y maduración

Existen dificultades semánticas cuando se consideran las tres palabras: *crecimiento*, *desarrollo* y *maduración*. Cada término lleva conceptos no presentes en los otros y sin embargo hay superposición.

Crecimiento. Puede definirse como los cambios normales en cantidad de sustancia viviente. El crecimiento es el aspecto cuantitativo del desarrollo biológico, el resultado de procesos por medio de los cuales la materia viva normalmente se hace más grande y se mide en unidades de aumento por unidades de tiempo, pulgadas por años, gramos por día etc. Puede ser el resultado directo de la división celular o el producto indirecto de la actividad biológica, p. ej., huesos y dientes. El crecimiento enfatiza los cambios dimensionales normales durante el desarrollo, y puede plasmarse en aumentos o disminuciones de tamaño, cambio en forma o proporción, complejidad, textura, etc.

Revisión de la bibliografía

Desarrollo. Puede definirse como toda la serie de sucesos en secuencia normal entre la fertilización de ovulo y el estado adulto. Usando esta definición, hay entonces tres aspectos importantes del desarrollo- crecimiento, esto es, aumento del tamaño, diferenciación celular y morfogénesis, o sea, los procesos por los cuales se alcanza la forma adulta. El desarrollo produce un estado más avanzado.

El *Crecimiento* y el *Desarrollo* son las actividades biológicas dominantes en las dos primeras décadas de vida humana. Estos términos aunque están íntimamente relacionados, no son sinónimos, son hechos fundamentales que caracterizan a las primeras etapas de la vida.

Ambos procesos tienen características comunes a todos los individuos de la misma especie, lo que los hace predecibles, sin embargo presentan amplias diferencias entre los sujetos, dadas por el carácter individual del patrón de crecimiento y desarrollo.

De modo general, cuando nos referimos a *Crecimiento* en los seres vivos, nos referimos a un aumento de su tamaño, un incremento en la masa corporal que se produce como resultado de la hiperplasia e hipertrofia y se determina con las dimensiones corporales en la infancia, cuyo aumento se ve limitado por el factor hereditario constitucional preestablecido y que a su vez está influido por factores exógenos como raza, clima, alimentación, ambiente, estímulo funcional, etc.

Consultando a Comas (1975), Bogin (1990) y Rebato (2010), confirmamos que coinciden en la descripción de las etapas de crecimiento: prenatal (0-9 meses), infancia (0-4 años) niñez (4-9 años) pubertad (9-14 años) adolescencia (14-18 años).

Según Bravo (2003), se considera al desarrollo la adquisición de la autonomía necesaria del individuo frente a su ambiente.

Comas (1975), habla de que en general, el crecimiento es un proceso anatómico, mientras que el desarrollo es un proceso fisiológico.

Los distintos tejidos y regiones del cuerpo maduran a ritmos diferentes y el crecimiento y desarrollo de un niño consiste en una larga sucesión de cambios de una gran complejidad. Es como el tejido de una tela cuyo patrón no se repite nunca, cada amenaza subyacente viene de un carrete a su propio ritmo e interactúa con los demás, en forma continua, de manera que siempre está muy regulada y controlada. Las cuestiones fundamentales de crecimiento se relacionan con estos procesos de regulación.

Para estudiar correctamente y hacer un seguimiento al progreso del crecimiento y la maduración del individuo es necesario tener en cuenta las ponderaciones somáticas y fisiológicas infantiles, que nos permitan dar valores a las medidas que serán la base de los patrones de crecimiento. Este patrón típico emerge de la interacción de factores genéticos y ambientales, que establecen, por una parte, el potencial del crecimiento y por otra, la magnitud en que este potencial se expresa.

Según Bravo (2003), los patrones de crecimiento se refieren a un conjunto de relaciones de proporcionalidad en un momento determinado y, además, al cambio de esas proporciones a lo largo del tiempo. Son el reflejo de la maduración de los diferentes tejidos del organismo que se desarrollan a velocidades disímiles concentrándose en diferentes partes del cuerpo y se agrupan de la siguiente manera: linfoide, genital, neural y somático o general. El crecimiento facial parece guiarse por estos dos últimos.

El crecimiento global del cuerpo es mucho más rápido durante el periodo prenatal que después del nacimiento, como ya se ha descrito en párrafos anteriores,

este lapso de tiempo se considera el primer brote. Durante la vida fetal, alrededor del segundo mes de desarrollo intrauterino, la cabeza supone aproximadamente la mitad de la longitud corporal. En este estadio el cráneo es más grande que la cara, representa más de la mitad de la cabeza. En contraste, los miembros todavía son rudimentarios y el tronco está poco desarrollado, este y las extremidades al momento del nacimiento han crecido más rápidamente y hacen que la cabeza solo represente el 25%. En general el patrón de crecimiento general sigue este curso hasta que en el adulto la cabeza solo representa un 12% de la totalidad de la longitud corporal.

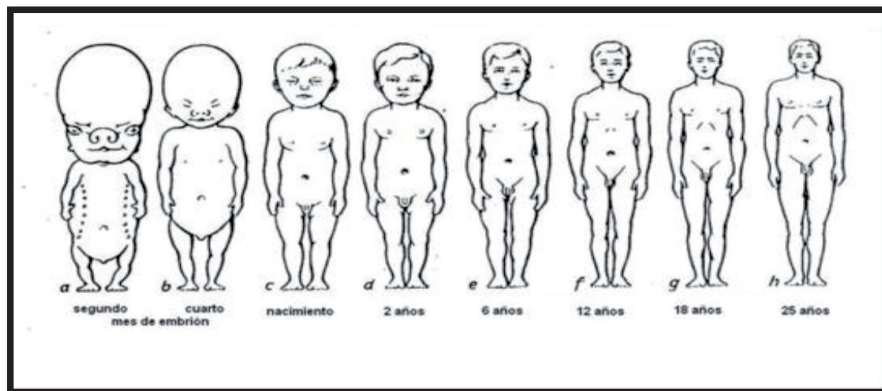


Figura 1. Representación esquemática de los cambios producidos en las proporciones corporales generales durante los procesos de crecimiento y desarrollo normales del ser humano. Tomado de Bravo (2003).

En la vida postnatal crecen más los miembros inferiores que los superiores. Todos estos cambios, que son parte del patrón normal de crecimiento, reflejan el "gradiente céfalo-caudal" postnatal.

El estatus de desarrollo de cada niño, es mejor estimado si relacionamos etapas específicas de madurez fisiológica. En la práctica podemos distinguir entre 4 índices de

desarrollo fisiológico, estos son: Esquelético, Somático, Dental y Madurez Sexual. Teóricamente, una estrecha relación entre estos indicadores, implica una concordancia en los mecanismos que los controlan, lo cual sirve a los clínicos para el diagnóstico y planificación del tratamiento. Esto es particularmente importante, durante la adolescencia, cuando los cambios en el crecimiento pueden influir en los resultados del tratamiento. La característica más obvia durante esta etapa es el crecimiento muy acelerado (abrupto) cuyos picos de velocidad no eran igualados desde la infancia temprana (Bogin, 1990, Tanner 1986). Después de alcanzado este pico de aceleración, hay un constante enlentecimiento en la tasa de crecimiento que termina con la obtención de la estatura adulta.

Envejecimiento

Podría definirse como todas las alteraciones que se producen en un organismo con el paso del tiempo y que conducen a pérdidas funcionales y a la muerte. Es difícil determinar el momento en que éste se inicia. Según Rodes y Guardia (1997), se manifiesta a partir del momento de la máxima vitalidad alrededor de los 30 años en el hombre. El envejecimiento es la consecuencia de la acción del tiempo sobre un individuo y se manifiesta como modificaciones morfológicas y fisiológicas que acarrearán una disminución de la capacidad de adaptación. La degeneración celular progresiva y la pérdida de potencial regenerativo de las mismas, son dos procesos que se asocian al envejecimiento y que culminan en la muerte, entendiendo que hasta este punto se mantuvieron en equilibrio (en condiciones normales, no patológicas) en cada etapa de la vida, manteniendo la integridad funcional de los sistemas biológicos en general. Sin embargo, en el envejecimiento este balance se inclina hacia la degeneración, inducida por la acción tanto de factores exógenos como endógenos. Lo que hace concluir que es muy probable que el envejecimiento del organismo no ocurra por un único motivo, sino por la suma de múltiples factores y procesos, cuyo saldo general determina que el individuo envejezca.

Revisión de la bibliografía

El proceso de deterioro de la capacidad funcional, deja al individuo expuesto a la manifestación de síntomas característicos de enfermedades, con una alta asociación con el envejecimiento (Pérez y Sierra 2009). Pero las enfermedades en sí, no son parte del proceso de envejecimiento propiamente, sino consecuencia del mismo.

El envejecimiento de diversas especies, así como de individuos dentro de una especie, ocurre de manera claramente reproducible. A pesar de que las consecuencias del mismo y los rasgos observables derivados de este puedan ser diferentes, el proceso es muy similar entre individuos e incluso entre la especies.

Este proceso de decadencia fisiológica, deja huellas irreversibles en el organismo, eso hace que sea posible 'leer' en ellas, la información necesaria para inferir, en que etapa se encuentra un individuo. Esto es realmente útil en identificación humana y sobretodo en estimaciones de edad, tanto en individuos vivos como en cadáveres y restos óseos.

Edad

Un concepto básico en esta investigación es el de 'edad'. Parece obvio, en general, conocer esta definición pero indagando en ella, nos damos cuenta, que partiendo de lo que dice el diccionario de la Lengua de la Real Academia Española cuando define edad como el "tiempo que una persona ha vivido a partir del momento en que nació", este criterio supone que la única forma de conocer a ciencia cierta la edad de un individuo es consultando su partida de nacimiento. Sin embargo esta definición hace referencia tan sólo a uno de los diversos conceptos de edad, la denominada: edad cronológica, frente a otras como la edad fisiológica, la edad mental o la social (Prieto 2002).

En los humanos la variabilidad es la regla. Es evidente que niños de la misma edad cronológica muestran niveles de madurez diferentes. Para estudiar el nivel en el que se encuentra, se han desarrollado varios indicadores de madurez biológica, los cuales se pueden llamar 'edades'.

A continuación describiremos algunos de estos términos.

Edad Cronológica. Es la edad del individuo en función del tiempo transcurrido desde el nacimiento. Es por tanto la edad en años, un criterio administrativo, tiene un valor social o legal más que biológico.

Edad Biológica o Fisiológica. Es la que se corresponde con el estado funcional de nuestros órganos comparados con patrones estándar para una edad. Es por tanto un concepto fisiológico.

La edad fisiológica (también llamada edad del desarrollo) indica el grado de maduración física. Personas con la misma edad cronológica pueden presentar gran diferencia en su madurez somática (De Angelis, 1978).

Surge el concepto de edad fisiológica o biológica, que está basado en el grado de maduración de los diferentes sistemas medidos por los índices, de los cuales derivan los siguientes nombres: edad esquelética, edad morfológica, edad sexual y edad dental (Demirjian y cols., 1973).

Moorrees y cols., (1963a) afirman que la edad fisiológica se estima por la maduración de uno o más sistemas de tejidos, y que se expresa mejor en términos de cada sistema estudiado.

Revisión de la bibliografía

De Angelis (1978), Harris y Buck (2002) y también Bravo (2003), afirman que los indicadores de la edad fisiológica comprenden determinaciones de la edad ósea (concerniente al desarrollo del esqueleto), datos de talla y peso, maduración sexual (edad sexual) e incluye también referencias de la edad dental. Esta última está basada en los estadios de desarrollo de la dentición, como son la progresiva mineralización de los dientes y los fenómenos que suceden después de su madurez, la emergencia y erupción. Así como también los hallazgos observables producidos por la función a lo largo del tiempo.

Tipos de edad fisiológica

Edad Morfológica. Se basa en estatura y peso.

Edad Sexual. Se determina por la aparición de caracteres sexuales secundarios: desarrollo de las mamas y aparición de la menarquia en las niñas; crecimiento de pene y testículos, en niños y aparición de vello axilar y púbico en ambos sexos. Solo se usa en el estudio de la etapa de crecimiento puberal.

Edad Ósea (esquelética). Se puede definir como un conjunto de cambios cualitativos, que se presentan en un individuo en el grado de su desarrollo esquelético a lo largo de su infancia y adolescencia. El esqueleto pasa lentamente de un estadio cartilaginoso, a un estado de mineralización, siguiendo un patrón determinado, en el que algunos huesos maduran más rápido que otros, lo que brinda una herramienta útil para obtener un valor de referencia en la medición de la edad biológica del niño.

Edad Dental. Se basa en los estados del desarrollo de la dentición y los fenómenos que suceden después de su madurez. Puede determinarse por los cambios que ocurren a través de toda la vida.

La estimación de la edad de un individuo, se basa en la determinación y cuantificación de los acontecimientos que ocurren durante los procesos de crecimiento y desarrollo. Generalmente presentan una secuencia constante. Esta es una de las razones de por qué el estudio de los dientes es necesario para el cálculo de la edad. El desarrollo y formación de las piezas dentarias se produce de manera constante y paulatina a lo largo de un periodo de tiempo, que abarca desde la etapa fetal hasta iniciada la segunda década de la vida. La formación dental es el proceso más constante, mantenido y universal incluso entre poblaciones de distinto origen geográfico.

Demirjian y cols., (1973) hacen referencia a que la edad dental es una forma de evaluación de la edad fisiológica, comparable con edades basadas en desarrollo del esqueleto, peso y talla.

Liversidge y cols., (1998), advierte que medir la formación dental es complejo y difiere de otros sistemas de maduración corporal.

Desarrollo de la dentición

La formación de los dientes es un proceso complejo que comienza con una reorganización gradual y un cambio en el fenotipo de las células embrionarias. (Ten Cate 1998)

El desarrollo de los dientes y de la oclusión es un largo proceso que comienza en la 6ª o 7ª semana de vida embrionaria (los dientes deciduos comienzan a desarrollarse a partir de las 6 u 8 semanas de gestación y los permanentes a partir de la semana 20) y termina cerca de los 20 años. Durante este tiempo, se forma, hace erupción y entra en función un total de 10 dientes en cada arcada que se denomina dentición temporal y se desarrolla, emerge y entra en función otro grupo de 8 piezas dentarias por

Revisión de la bibliografía

cuadrante, que corresponden a la dentición permanente. De estas últimas, 5 sustituyen a las piezas de la dentición decidua las cuales han de exfoliarse previamente y las otras 3 aparecen progresivamente en distal de los temporales o sus sucesores (Smith 1991).

La formación de los dientes es un proceso que comienza desde la niñez con el inicio del primer germen dental en el primer trimestre de vida intrauterina, continuando durante la infancia hasta la adultez y termina con la maduración de los ápices de las raíces del tercer molar. En este largo periodo de tiempo que abarca el desarrollo dental hace que sea un identificador útil de maduración en el estudio clínico y estimador de edad.

Este proceso completo se produce en pro de la adaptación de las necesidades alimenticias acorde con el crecimiento del individuo. Es un suceso continuado que, a pesar de que a simple vista en el interior de la cavidad bucal aparentemente tiene periodos de reposo, en los maxilares se mantiene la actividad de formación y movimiento hacia la funcionalidad oclusal de las piezas dentarias que posteriormente depende de adaptaciones a los cambios que se derivan de las necesidades del individuo (Moorrees y cols., 1969).

A continuación algunos aspectos de la cronología y secuencia de los sucesos en la formación de la dentición.

Formación dental

Los dientes son órganos que forman parte de la estructura de los vertebrados y surgen de interacciones complejas y progresivas entre el ectodermo, el epitelio de la boca y el mesénquima subyacente. Durante su desarrollo temprano, los gérmenes de los dientes presentan muchas similitudes morfológicas y moleculares con el desarrollo

de otros derivados epiteliales como los folículos pilosos, las glándulas salivales y mamas, pulmones, riñones etc.

Thelself y Sharpe (1997) y también más adelante Miletich y Sharpe (2003), hablan de que el desarrollo embrionario de los dientes de basa en una serie de señales inductivas reciprocas entre dos tejidos adyacentes: epitelio y mesénquima. La separación y recombinación de estos dos tejidos, en estudios realizados en ratones, han mostrado que la odontogénesis es inducida por el epitelio, alrededor del día 10 de vida embrionaria y dos días más tarde el potencial ontogénico del mesénquima.

Las superficies de revestimiento de la boca de un embrión en desarrollo, están cubiertas por una capa de tejido que se conoce como epitelio y está sustentada por un tejido llamado mesénquima que finalmente se convertirá en diferentes tipos de tejido conectivo, en este caso la dentina y el cemento.

Secuencia de formación intraútero

La gestación humana tiene una duración de 38 semanas y el nacimiento se produce entre las semanas 34 y 42. Aunque el inicio del proceso de formación dental comienza, como dije anteriormente, a partir de la 6ª u 8ª semana de gestación, la mineralización individualizada de cada diente comienza entre las semanas 14 y 16 con el incisivo central deciduo, dos semanas después el lateral y una más tarde el canino. En la semana 15 comienza la formación del primer molar temporal y 3 a 4 semanas después el segundo.

La calcificación se inicia en el centro del borde incisal en los incisivos y posteriormente aparecen nuevos centros de calcificación en los hombros mesial y distal. Este mismo patrón lo siguen los caninos pero continúa desde ahí siguiendo un patrón cónico. Cambia el proceso cuando se trata de los molares cuya calcificación

Revisión de la bibliografía

sigue un patrón secuencial y pluricéntrico, es decir, se inicia en varios centros y continúa sucesivamente. La cúspide mesiobucal es siempre el punto de partida de la formación, le sigue la mesiolingual, la distobucal, la distolingual y, en los molares inferiores, la distal.

El crecimiento inicial asemeja conos pequeños, pero pronto se extienden a las crestas. Las de los lados mesial y bucal son las primeras en unirse, seguidas por los cantos internos, como la cresta oblicua del segundo molar superior, luego el lado distal y finalmente las crestas linguales; de modo que, finalmente, todos los bordes están conectados y solo quedan las aberturas en el parte más profunda de la zona oclusal. Estas se van llenando finalmente por deposición de capas de esmalte.

Los primeros molares permanentes también comienzan a formarse intraútero alrededor de la semana 30 (28-32) con un patrón de calcificación similar al de los deciduos. Los molares inferiores preceden ligeramente a los superiores, de modo que en los primeros la calcificación de la cúspide distobucal suele comenzar antes del nacimiento (Hillson 1996).

Secuencia de formación postnatal

Los incisivos centrales superiores e inferiores permanentes comienzan a formarse alrededor de los 3-4 meses de vida y los incisivos laterales inferiores poco después. El inicio de la formación coronal del canino se produce un mes más tarde, mientras que la formación del lateral superior no inicia su formación hasta el final del primer año. Los dos premolares y el segundo molar, inician su formación, en este orden, entre el final del segundo año de vida y el tercero.

El desarrollo dental no acaba en el momento de la emergencia de las piezas dentarias, sigue durante un largo periodo de tiempo.

La aparición de los dientes deciduos en la cavidad bucal marca la primera fase, ‘dentición temporal’. Comienza con la emergencia de incisivo central inferior que suele ser el primer diente deciduo en hacerlo, sucesivamente lo hace el central superior, seguido por los laterales mandibulares y maxilares. Los primeros molares deciduos emergen alrededor de los 16-18 meses. A los 20 meses aproximadamente aparecen los caninos y posteriormente entre los 24 y 30 meses emergen los segundos molares temporales, con lo que se completa esta fase de la dentición. En este momento, que sucede hacia los 2,5 años y hasta poco antes de la aparición del primer molar permanente, hay pocos cambios en la dentición temporal pero esto no quiere decir que el desarrollo se haya detenido. En el interior de los maxilares, continúa el desarrollo de las piezas permanentes situadas ahora por lingual de las raíces de los predecesores o, en el caso de los molares por distal de la dentición temporal. Así como las raíces de los temporales que, aunque emergidos, deben completar su formación.

		P.,25	MEDIANA	P.,75
<i>Maxilar superior</i>	I. central	8,1	9,6	11,2
	I. lateral	9,7	11,7	13,7
	Canino	18,7	20,5	22,3
	1.º molar	13,9	16,2	18,4
	2.º molar	25,3	27,9	30,4
<i>Mandíbula</i>	I. central	4,2	6,1	7,7
	I. lateral	11,3	13,2	15
	Canino	19	20,8	22,6
	1.º molar	14,1	15,9	17,6
	2.º molar	23,4	26,1	28,9

Figura 2 Edades (en meses) de emergencia de la dentición temporal (Catalá y cols., 1993).

Una vez finalizada la primera fase, inmediatamente aparece la segunda, la ‘dentición mixta’ denominada así porque coexisten en la cavidad bucal dientes deciduos y permanentes y comienza alrededor de los 6 años de edad.

Revisión de la bibliografía

La dentición permanente llega por dos procesos diferentes, el primero aparición de los tres molares permanentes por distal de los temporales y por recambio de estos últimos. Se habla en este caso de primer periodo de recambio, periodo de reposo y segundo período de recambio.

El estado de desarrollo de la dentición al nacer es un indicador de edad importante, pero depende de la duración del período de gestación y el momento de desarrollo intrauterino de los dientes. La mejor evaluación de los dientes en esta etapa se logra con las características de los molares temporales y se supone que al nacer, el primer molar deciduo tendrá su cara oclusal totalmente formada, aunque será una capa muy fina de esmalte. En cambio en los segundos molares deciduos las cúspides están formadas pero aún no están unidas entre sí y por ende hay espacios entre ellas. La cara oclusal del primer molar temporal no estará completa hasta la semana 36-38 aproximadamente.

La finalización de la formación completa de las coronas de los dientes es mucho más variable que el inicio.

La formación de la corona del primer molar permanente se completa aproximadamente en 3 años, seguido por los incisivos en 4 o 5 años, caninos y premolares en casi 6 años, los segundos premolares y molares en aproximadamente 7 años después del nacimiento.

La formación de las raíces es más variable aún, abarca un periodo de 2 a 4 años en la mayoría de los dientes. Los primeros molares permanentes y los incisivos suelen completar sus primeras raíces en algún momento entre los 9 y 12 años de edad y el resto después de los 12 años. El tercer molar permanente es una clase propia, en la mayoría de los casos ni siquiera inicia su formación hasta que todas las coronas de los demás dientes se han completado. Todas sus etapas de formación son muy variables,

el inicio puede ser entre 7 y 13 años, la finalización de la corona se produce a mediados de la adolescencia y la finalización de sus raíces en general entre los 17 y los 20 años (Hillson 1996).

Para que pueda producirse el recambio dental debe aparecer un fenómeno que forma parte del proceso de erupción de los dientes permanentes que se llama reabsorción de la raíz (de los dientes deciduos).

Haavikko (1985) afirma que el primer signo de la reabsorción radicular se ve en los incisivos centrales y los primeros molares deciduos a la edad de 4 a 5 años. Esta fase de transformación radicular en los incisivos comienza en el lado lingual con un patrón horizontal a nivel de los ápices. En los molares, comienza en la superficie interior de las raíces adyacentes a los gérmenes en desarrollo de los molares permanentes. En las raíces de los incisivos la reabsorción es relativamente rápida, en promedio tiene una duración entre 1,5 y 2 años, si la comparamos con la de los caninos y molares que abarca aproximadamente entre 2,5 y 5,7 años. Este proceso no es continuo ya que es interrumpido por periodos de reposo y reparación. Esta reparación y reabsorción intermitentes explican la variación en la movilidad de los dientes deciduos antes de la exfoliación.

Proceso de erupción

Son una serie de movimientos dentales que se producen en una dirección, predominantemente vertical y que conducen al diente desde el lugar de formación dentro del maxilar o mandíbula hasta la de oclusión funcional en la cavidad bucal.

Una vez completada la formación de las coronas e iniciada la formación de las raíces, los dientes comienzan a migrar hacia la cavidad bucal, proceso denominado erupción dental, hasta lograr la emergencia gingival.

Revisión de la bibliografía

Demirjian y cols., (1973) afirman que, *“La emergencia gingival es llamada erróneamente erupción, ésta realmente representa una sola etapa en el proceso continuo de la erupción dental”*.

Grøn (1962) concluyó en su estudio sobre la predicción en la emergencia dental, que la mayoría de los dientes estudiados han alcanzado aproximadamente tres cuartos de la longitud de su raíz al tiempo de la emergencia clínica.

El órgano dental es un saco suelto de tejido conectivo que está muy bien posicionado para regular la actividad de hueso alveolar. Wise y King (2008) afirman que es muy probable que la razón por la que se necesita el folículo dental para la erupción, es porque inicia y regula la osteoclastogénesis, al menos para la fase intraósea de la erupción, que conduce a la aparición del diente. Para la fase extraósea, en la que la pieza dental se mueve a su plano de erupción final el folículo dental juega un papel menor y las influencias biomecánicas son más importantes.

Seo y cols., (2004) y Nagatomo y cols., (2006), coinciden en sus conclusiones en que existen células madre en el ligamento periodontal. En esta ubicación estas células pluripotenciales pueden contribuir a la formación de hueso alveolar y cementoblastos, aunque su función en la erupción dental es desconocida.

Wise y King (2008) afirman que una característica única de la resorción ósea en la formación de la vía de erupción es que puede ser separada del diente en pleno proceso, es decir el diente no tiene que moverse para que se forme dicha vía. Esto apoya la idea de que el modelado óseo en la erupción dentaria esta genéticamente controlado y no mecánicamente regulado por el movimiento del germen. A nivel ultraestructural, la arquitectura del hueso alveolar revela que la resorción ósea se está produciendo en la región coronal de la cripta ósea antes y durante la fase intraósea de la erupción.

Infante en 1974 estudió la erupción dental en 376 niños de raza negra y raza blanca (así lo describe en su trabajo) en el Sureste de Michigan entre las edades de 4 y 33 meses. Los resultados indican que en ambos grupos de niños los dientes deciduos tienden a erupcionar mas rápido en las etapas iniciales de este proceso y en las niñas en las últimas etapas o etapas más tardías. Tanguay y cols., (1984) obtuvieron resultados similares en una muestra de niños y niñas franco-canadienses. Aclaran que no significa que algunos dientes específicos en los niños erupcionen primero que en las niñas, sino que en conjunto el proceso se produce antes, aproximadamente 1, 1 meses.

Factores que pueden afectar al proceso de erupción dental

Existen varios factores que pueden afectar el proceso de erupción dental, de hecho es un proceso bastante variable debido a estas interrupciones que se presentan. Describo los más comunes a continuación.

Anquilosis. Se puede definir como una unión anormal (localizada) entre el tejido dental y el tejido óseo, que se hace evidente durante la fase reparativa del proceso de resorción radicular y puede traer como consecuencia el retraso o el impedimento de la normal erupción de los subsecuentes dientes permanentes. La etiología de la anquilosis no es conocida pero puede deberse a traumas localizados, lo cual solo explica algunos casos. Un diente anquilosado normalmente permanece en su lugar con las raíces sin resorber o parcialmente resorbidas. Como resultado de este proceso, el diente anquilosado permanece en infraoclusión, por debajo del nivel oclusal, o se sumerge totalmente, es decir, totalmente incrustado en tejido óseo y blando circundante.

Revisión de la bibliografía

Perdida prematura de los dientes deciduos. Puede producir la aceleración de la erupción clínica de subsecuentes dientes permanentes si la pérdida ha sido cercana al tiempo normal de erupción 1 o 2 años antes y si ha sido mucho antes, entre 2 y 5 años el efecto sería contrario, retardaría el proceso de erupción.

Agenesia y posicionamiento anormal de los dientes sucesores. La resorción y exfoliación de los dientes deciduos frecuentemente se ve retrasada en casos de ausencia congénita, posicionamiento anormal o retención de los dientes sucesores permanentes. Esta situación es más frecuente en casos de agenesia de los segundos premolares inferiores y caninos maxilares.

Factores de variación en el desarrollo dental

Suelen estudiarse las fases de formación que suponen el final de una etapa clara, como el momento en que se completa la corona y en el que se cierra el ápice radicular. En general se puede decir que la variabilidad tiende a aumentar con el tiempo. Los sucesos intrauterinos muestran la mínima variabilidad y ésta aumenta progresivamente durante el inicio de la formación de la dentición que sucede postnatalmente, en el final de la formación de la corona y el cierre del ápice y es máxima en todas las etapas de formación de los terceros molares. Esto indica que la influencia de factores ambientales introduce un incremento de la variabilidad que se suma a la individual intrínseca.

También pueden encontrarse diferencias entre grupos étnicos que afectan a las edades de ocurrencia y/o al dimorfismo sexual.

La característica más relevante del desarrollo dental es el tiempo de estabilidad. Los mismos fenómenos de crecimiento ocurren en el mismo tiempo de vida de diferentes niños. Esto es debido a la alta heredabilidad del desarrollo dental. Sin

embargo en la inspección detallada se encuentran fluctuaciones en torno a un tiempo medio. Probablemente el factor más importante responsable de toda esta variación es casual (Liversidge 2008b).

Según Moorrees y cols., (1969), Pelsmaekers y cols., (1997) y Liversidge y cols., (1998) entre otros, la maduración dental está ampliamente influenciada por la genética.

Encontramos por una parte las características morfológicas y métricas de los dientes y arcadas. Existen variaciones de tamaño, número o forma de las piezas dentarias, patologías que conduzcan a alteraciones de la longitud de la arcada como por ejemplo caries, exfoliación o pérdida prematura o anquilosis, alteraciones del trayecto eruptivo o de la posición de formación de los gérmenes, deficiencias del espacio disponible.

Las diferencias genéticas entre los individuos es quizá el factor más importante de la variación. Haavikko (1985), al igual que otros autores, afirma que el desarrollo, tamaño y forma final de los dientes está determinada principalmente por la influencia genética. Estas variaciones pueden encontrarse en cada una de las etapas del desarrollo desde el inicio de la formación del germen dental a la unión funcional del diente completamente formado dentro del hueso. El proceso de formación dental es independiente de muchas alteraciones del desarrollo en la infancia y la niñez y no está sujeto a la variabilidad como muchos otros órganos. Niños con anomalías extremas en el desarrollo somático o con ciertos trastornos endocrinos raramente muestran aceleración marcada en el proceso de formación dental y se puede ver retraso moderado solo en casos en que la edad ósea está retrasada.

Revisión de la bibliografía

Sin embargo hay trastornos hereditarios como la amelogénesis imperfecta y la dentinogénesis imperfecta que implican perturbación manifiesta del desarrollo del diente.

El labio y paladar hendido y la disostosis craneofacial, cuya etiología puede ser genética o no, tiene efectos sobre el desarrollo dental. La primera se manifiesta con hipodoncia (agenesia) o supernumerarios y la segunda con efectos de retrasos en la erupción. Efectos similares pueden verse en casos de disostosis cleidocraneal y otras displasias ectodérmicas. En su estudio Ongkosuwito y cols., (2010) encontraron una tendencia hacia el retraso en el desarrollo dental en casos con Microsomia Hemifacial. Piensan que cuando el desarrollo mandibular esta alterado el desarrollo dental también.

Martin y cols., (2008) concluyeron después de estudiar longitudinalmente la maduración dental y ósea en 73 pacientes sobrevivientes de leucemia linfoblástica aguda (LLA), que el desarrollo normal de la dentición se ve afectado en el 43,1% de los pacientes en los que el 11,1% esta retardada y en el 31,9% esta adelantada.

El otro factor muy importante es el sexo. Este puede ser cuantificado porque todos los estudios excepto los muy tempranos subdividen su muestra según el género

Esto tiene mucha importancia por todos los rasgos y porque la niñas llegan a la mayoría de las etapas por delante de los chicos. Esta diferencia es aproximadamente de 0,3 años con tendencia a aumentar con la edad y puede llegar a 1,7 años.

Ubelaker (1987) afirma que cualquier estimación final se expresa con la certeza de la variabilidad de los procesos de cálculo de edad dental, especialmente si el sexo y la procedencia étnica son desconocidos.

Demirjian y Levesque (1980), realizaron un estudio sobre las diferencias sexuales en el desarrollo dental en el que concluyeron que en cada diente evaluado se encontró un patrón común, es decir, una similitud cronológica entre niños y niñas en las primeras etapas de desarrollo y el adelanto de las niñas sobre los niños en las etapas posteriores. Hasta los 5 o 6 años de edad no se encontraron diferencias en el ritmo de desarrollo dental, a diferencia de las edades más avanzadas en las que las niñas estaban más adelantadas que los niños. Coincidiendo que los resultados de muchos autores Demirjian y cols., (1973), Ubelaker (1987), Lee y cols., (2008), Liversidge (2011). Por lo que se utilizan bases de datos para diferentes sexos. Para esta afirmación hay una excepción. En el desarrollo del tercer molar (3M) se ha determinado que los chicos maduran antes que la chicas como lo afirman algunos autores como Levesque y cols., (1981), Kullman y cols., (1992), Solari y Abramovitch (2002), Thevissen y cols., (2010) y Liversidge (2011) entre otros.

Al igual que otras características biológicas, la formación dental tiene una variación geográfica, mal llamada étnica (etnicidad: es el resultado de tradiciones comunes, lenguaje y algunas decisiones personales, mientras que la variación geográfica en rasgos biológicos es un efecto de diferenciación genética del grupo como el clima, migración, historia, etc.) No está claro si la mineralización tiene gradientes geográficos parecidos a los de erupción y otros cambios de desarrollo, particularmente como la menarquia. Por otra parte, no está claro en qué medida estos gradientes son genéticos o medioambientales. La variación en el tiempo de formación de los dientes entre las poblaciones no se entiende bien y la existencia de diferencias y su significado es polémico (AlQahtani y cols., 2014).

Olze y cols., (2004 y 2007) en estos dos estudios basados en el desarrollo del tercer molar según las etapas de Demirjian y cols., (1973), realizados en alemanes, japoneses e individuos negros del sur de África, concluyeron que estos últimos fueron

Revisión de la bibliografía

los más rápidos en alcanzar la erupción del tercer molar seguidos por los alemanes y por último los japoneses. Las diferencias de población observadas aquí pueden ser debidas a las variaciones entre los grupos étnicos estudiados. Las mayores dimensiones del paladar en este caso que corresponden a los africanos quienes muestran una aceleración en la formación del tercer molar como se dijo antes, seguidos por los caucasoides (alemanes) que ocupan el rango medio coincidiendo con la posición central que les corresponde relativa a la mineralización del diente en estudio y por último, los mongoloides que ocupan el lugar final en cuanto a los dos aspectos mencionados. La estimación de la edad en el ámbito forense, en individuos vivos, puede ser mejor si se aplican estándares específicos para cada población que se evalúa, sobre todo si se trata de estudios basados en la maduración del tercer molar (Olze y cols., 2006).

En un estudio realizado por Liversidge en 2011 entre población de Londres a los que ella separa como blancos y bangladesíes, no encuentra diferencias significativas en cuanto a tiempos en el desarrollo dental entre estas dos etnias diferentes.

Se habla del problema de la variabilidad regional, lo que significa que la variación natural en el momento de desarrollo dental, encontrado dentro de las poblaciones es probablemente menor que el nivel de variación que se encuentra entre poblaciones (Chaillet y cols., 2005). Por esto se destaca la importancia de normas específicas para cada población, aunque hay indicios de que estas normas no son necesariamente requeridas (Maber y cols., 2006) ya que no encuentran diferencias en la aplicación de métodos creados en poblaciones específicas y aplicados en muestras de poblaciones diferentes (Pechnikova y cols., 2011).

Variaciones seculares. Hegde y Sykes (1992) realizaron un estudio en el que investigaron la correlación entre el año que se realiza el estudio y las etapas de desarrollo, encontrando una aceleración en el desarrollo en el último siglo pero solo en

lo que se refiere a pubertad y estatura. Quizá se hayan visto diferencias algo significativas en la erupción dental, pero no está claro el por qué, puede que fuera influenciado por los métodos utilizados.

Ecología Humana (concepto sociológico). Es un paquete de factores que incluye, nutrición, higiene, salud, educación y nivel económico. Si la nutrición normal de los individuos en crecimiento es alterada por enfermedades temporales o de larga duración la parte del diente que se está desarrollando en ese momento puede mostrar hipoplasias en el esmalte.

Espina y cols., (2005) encontraron en su estudio sobre edad dental y ósea en niños venezolanos de bajo peso (problemas nutricionales) que la segunda se veía claramente afectada por este factor y que la primera en un porcentaje muy mínimo posiblemente también se afectara, ya que la media de edad en niños con bajo peso para su edad cronológica fueron 1,5 años menor que el grupo control.

Van Erum y cols., (1998) realizaron un estudio en niños poco desarrollados al nacer en los que el tamaño al nacer no corresponde con su edad gestacional. Se evaluó el desarrollo craneofacial y el desarrollo dental. Encontraron retraso en el crecimiento del cráneo y la cara pero en la maduración dental no encontraron alteraciones. Esto los llevo a la conclusión de que el retraso en el crecimiento general se ve reflejado en el complejo craneofacial y, en cambio, el desarrollo de la dentición parece estar totalmente fuera de este vínculo.

Clima. Probablemente este factor afecte la erupción clínica, pero su efecto no es apreciable en la mineralización.

El tiempo, tiene otra influencia en la valoración del crecimiento. Es un aumento constante de la variación con la edad. Esto no es aplicable solo a los dientes sino a

todo el fenómeno ontogénico. Los procesos antes del nacimiento están controlados por la genética, por otra parte en esta fase el organismo en crecimiento está relativamente protegido de las influencias del medio ambiente. Después del nacimiento los efectos medioambientales aumentan y las influencias genéticas disminuyen y finalmente un porcentaje muy pequeño de la variación es controlado biológicamente.

En general, Smith (1991) afirma, que no se puede decir que la dentición no se pueda ver afectada por la influencia del medio ambiente pero es de los últimos tejidos en sufrir cambios por este factor. Así, en muchos casos, el desarrollo dental es individualmente el mejor indicador fisiológico de edad cronológica en jóvenes.

La formación dental así como su tamaño y morfología son altamente heredables (Garn y cols., 1965; Moorrees y cols., 1981).

Lee y cols., (2011) En la estimación de la edad de los jóvenes y adolescentes, son empleados principalmente los dientes debido a que su variabilidad es baja y son menos afectados por el estado endocrino y nutricional durante el desarrollo.

Métodos de estudio del desarrollo de la dentición

Un rasgo común de los métodos de estimación de la edad a partir de datos derivados de los dientes en desarrollo, es que no pueden proporcionar edades cronológicas exactas si no un intervalo de edad dentro del cual puede encontrarse el individuo con una determinada probabilidad. Por una parte, por la variabilidad de la edad en que se alcanza una etapa y por otra porque cada individuo permanece en una etapa determinada un tiempo hasta que alcanza la siguiente.

Ya hemos hablado de que en el desarrollo de la dentición los aspectos más estudiados son la mineralización (formación) y la emergencia. Es mucho más sencillo visualizar esta última y por esta razón ha sido mucho más utilizada. El estudio de la mineralización es más complejo porque es necesario contar con material histológico o radiografías para poder analizarla.

El interés por conocer el proceso completo de formación dental se fundamenta en el hecho de poder establecer cronologías de los eventos que sirvan de referencia para la valoración clínica de poblaciones o casos individuales.

Las cronologías de formación dental se establecen a partir de la mineralización y la mayoría de las etapas de esta son visualizadas radiográficamente. La formación prenatal de los dientes se estudia por disección de material anatómico y la secuencia postnatal se evalúa radiográficamente. Por esto no ha sido posible estudiar el proceso de formación dental con una sola técnica (Smith 1991).

Varios estudios (Nolla 1960; Moorrees y cols., 1963a; Demirjian y cols., 1973) han proporcionado escalas de maduración, tanto en dentición decidua como en permanente, en variadas poblaciones, identificando sucesivos estadios de desarrollo, aunque presentan diferencias en la metodología empleada.

Hay una gran cantidad de trabajos realizados en los que han querido utilizar el desarrollo, de los dientes, para intuir la edad de un individuo. La utilidad también ha sido muy variada, siempre dentro de una misma línea, como se ha explicado antes en este trabajo.

La primera tabla de descripción de eventos en formación dental fue realizada por Legros y Magitot (1880). El trabajo de estos autores se centró en desarrollo dental

Revisión de la bibliografía

prenatal e incluyeron algunos valores para dientes permanentes, que solo dan idea del inicio del desarrollo postnatal.

Muchos de los primeros trabajos sobre dentición, incluidos los de Kronfeld, (1935) y Black (1936), se realizaron sobre material de disección (cirugías y autopsias) y en observación de defectos de esmalte localizados (hipoplasia) en dientes erupcionados. Las bandas de hipoplasia en los dientes probablemente inspiraron las ilustraciones sobre formación dental, publicadas en revistas americanas, hechas por Black en 1883 y Peirce en 1884. Los métodos base de obtención y realización de estos dibujos no fueron descritos.

El periodo moderno de estudios comienza con una recopilación de un gran número de datos, provenientes de radiografías realizadas a niños, e intentos de soluciones estadísticas a los problemas de tiempos de formación. Los primeros trabajos realizados en esta línea fueron Pinney en 1939, Nolla en 1952, Gleiser y Hunt (1955), Moorrees y cols., (1963 a y b) y Fanning (1971), entre otros. Estos investigadores definieron el problema dividiendo el desarrollo dental en etapas después de observar miles de radiografías dentales de niños en desarrollo. Igualmente autores como Haavikko (1974), Demirjian y cols., (1973); Demirjian y cols., (1976); Demirjian y Levesque (1980) y otros en los años 70 y 80 siguieron creando tablas en las que, mediante el estudio de la maduración dental, podía hacerse una estimación de la edad de esos individuos en desarrollo.

Smith en 1991, indica que los estudios sobre cronologías de formación de los dientes humanos se pueden dividir en dos categorías principales. 1 - la más antigua, la literatura descriptiva, basada en la disección (posiblemente con algunas observaciones radiológicas), a veces sin descripción de las muestras. 2 - los que se basan en la investigación de muestras substanciales y bien descritas, por lo general utilizando como método de observación las radiografías y aplicando soluciones estadísticas a los

datos obtenidos para resolver el problema del tiempo en que ocurren los acontecimientos de crecimiento. Así como los estudios descriptivos no son necesariamente malos (incompletos), los estudios estadísticos no son necesariamente buenos (ideales). Los tres tipos son necesarios para su uso en la medicina clínica porque se evalúa el crecimiento (etapas alcanzadas), evitar el tratamiento que puede producir daños en los dientes en desarrollo durante los períodos críticos (cronologías de logros de etapas), y más raramente, evaluar la edad de los pacientes (predicción de edad dental).

No es nada fácil dar un orden coherente a toda la información que se puede encontrar sobre estimación de edad dental ya que muchísimos autores, aproximadamente desde el siglo XVII, se han dedicado a buscar la forma más precisa de estimar la edad cronológica con fines legales. Inicialmente la necesidad de conocer la edad laboral de un individuo haciendo referencia a una propuesta de Edwing Saunders en 1837 al Parlamento Inglés, quien en el documento “The Teeth, a Test of Age” (Los dientes, prueba de edad), propone determinar la edad a través de la evaluación dental para evitar la explotación laboral de niños, quienes eran empleados en fábricas con una mínima edad legal de nueve años. Así surge el primer método basado en la emergencia dental.

Métodos de disección e histología

En el artículo publicado por Nolla (1960) cita un resumen de una revisión de la literatura sobre el desarrollo de la dentición y muestra los nombres de los principales investigadores como son, Black en los años 1893 y 1908, Legros y Magitot en 1929 y 1941 Pierce año 1884 y Colyer en 1919, quienes, basándose en estudios anatómicos e histológicos, crearon tablas de eventos y/o cronologías de formación dental. La autora comenta que estos trabajos están inconclusos desde el punto de vista del crecimiento en el individuo como un todo.

Revisión de la bibliografía

El medio más comúnmente utilizado por estos investigadores ha sido anatómico e histológico, procedente de material de autopsias. Estos métodos de estudio tienen muchas limitaciones. Por ejemplo, con secciones anatómicas o microscópicas es imposible estudiar la continuidad del crecimiento en el mismo individuo. Los niños muertos son niños 'defectuosos' porque ha ocurrido una interrupción del crecimiento y desarrollo, a veces antes de la muerte, a menos que la muerte haya sido súbita o por accidente, tales como, lesiones o quemaduras.

Según Smith (1991) este tipo de métodos pueden dar mucha información sobre la etapa incipiente de la formación dental que es la de los gérmenes de dientes temporales, útil para conocer las características de estos al inicio de su formación. Logan y Kronfeld (1933) realizaron un estudio que ha servido de base para muchas de las tablas de desarrollo dentario, en el que desmineralizaron, tiñeron y observaron al microscopio mandíbulas y maxilares completos provenientes de autopsias correspondientes a individuos en los primeros meses de vida o abortos.

Tomando en cuenta información cuantitativa obtenida de la medición del ancho de la corona, la longitud de la raíz y en ocasiones el ápice de los dientes en desarrollo (etapa fetal o primera parte de la formación postnatal), se aplican formulas de regresión de las que se obtiene la edad del individuo (Stack 1960; Liversidge y cols., 1993). Algunos de estos autores (Mörnstad y cols., 1994; Liversidge y cols., 1998; Liversidge y cols., 2003) hicieron estas mediciones también en radiografías panorámicas. Este método es usado principalmente por arqueólogos y forenses.

Calonius y cols., (1970) informa que los criterios histológicos permiten estimar la edad de un individuo a partir de la 7ª semana de gestación hasta los 3 años de edad.

La unidad básica estructural del esmalte maduro es la 'varilla del esmalte' o 'prisma de esmalte', con forma alargada y cilíndrica, de uso 5 μm , que recorre en toda

su longitud el espesor de la cubierta de esmalte, entre la línea de unión dentina-esmalte y la superficie de la corona. Estos prismas son paquetes muy densos de cristales de hidroxiapatita, resultado de la actividad de un único ameloblasto (Ten Cate 1998; Geneser 2000).

Gysi, en 1931, fue de los primeros en darse cuenta que las estrías transversales muy finas observadas a lo largo de los prismas de esmalte podían resultar del crecimiento del esmalte durante 24 horas. A partir de los años 70 autores como Boyde (1974) confirmaron que la formación de estas estrías corresponde a ciclos circadianos en la producción de esmalte por parte de los ameloblastos. En 1836, el anatomista Anders Retzius observó unas líneas perpendiculares a los prismas del esmalte (estrías de Retzius) y separadas de manera regular por un espacio constante. Estos espacios, están constituidos por un promedio de 8 estrías transversales (Hillson, 1996). Según el hecho de que las estrías transversales representan la secreción diaria de matriz de esmalte por parte de un ameloblasto, las estrías de Retzius representan un periodo de secreción de entre 7 y 8 días. La estría de Retzius representa un área de menor mineralización, por lo que se ha descrito como un momento parón en la producción de matriz de esmalte por parte de los ameloblastos. Estas estrías tienen su representación en la superficie del esmalte denominada Perikimata.

Sí la corona de un diente se está formando durante el momento del nacimiento, queda representado ese momento de intenso estrés en el esmalte, y no es más que una estría de Retzius más grande de lo normal que se ha denominado 'línea neonatal' (Hillson 1996).

Según Rai y Kaur (2013), el investigador Ingles Boyde en 1963, fue de los primeros en darse cuenta que este rasgo en la estructura dental podía ser usado para la estimación de la edad. El número de estriaciones transversales, desde la línea neonatal hasta el final del esmalte visible, representan el número de días de formación

Revisión de la bibliografía

del esmalte post natal. Si la muerte del individuo ocurre después de que el esmalte se haya formado, se puede calcular la edad contando las estrías transversales con un 10% de precisión. Este método se usa en odontología forense, arqueología, ontogenia de los dientes fósiles y el estudio de los homínidos (Liversidge y cols., 1998; Rai y Kaur 2013).

Métodos basados en la emergencia dental

La erupción y emergencia son procesos continuos, aunque para su estudio suelen convertirse en sucesos discretos, que ocurren con una cronología y en una secuencia que adquiere relevancia como reflejo de una edad biológica.

Es un método rápido, barato y el error intra e interobservador es mínimo, pero no es un buen indicador de edad cuando es usado como único método (Schmeling y cols., 2011).

La emergencia dental presenta una alta variabilidad y se afecta por una serie de circunstancias ambientales, tales como, la caries, pérdida prematura de dientes temporales, etc. Esto hace que se requieran muestras amplias para su estudio y sobretodo muestras que en cada grupo de edad cumplan una distribución determinada, generalmente distribución normal.

Estudiando a Plasencia y cols., (2004, 2005) nos encontramos, con la confirmación, de que la determinación de la cronología de erupción o emergencia no es tan sencilla como puede parecer a primera vista. Presenta varias dificultades importantes. La primera, que es un suceso que ocurre en un momento del tiempo nunca observado por el investigador. Es decir, cuando observamos que un diente ha emergido, lo que sabemos es que lo ha hecho en algún momento anterior a la observación, pero no sabemos el momento exacto y que generalmente se mide como

edad del individuo en el momento de ocurrencia del suceso. Esto es así, tanto si el estudio es longitudinal o semilongitudinal, como si es seccional. El límite inferior de ese periodo de tiempo se establece, en los estudios longitudinales, por la observación anterior en la que el diente no estaba todavía en boca y en los seccionales, como la edad en la que a ningún individuo de la muestra le había erupcionado. Cuando un diente es observado en la boca consideramos que ha hecho emergencia, es decir, que ha perforado la mucosa y es apreciable a la vista o al tacto con la sonda dental. El suceso es valorado como una variable dicotómica, el diente no ha emergido o ha emergido, a pesar de que desde que hace aparición en la encía hasta que alcanza oclusión con los dientes de la arcada antagonista pasa un considerable lapso de tiempo. Esto hace que algunos de los métodos para averiguar cuando ocurrió la emergencia lleven a cifras que reflejan momentos diferentes de este lapso, de modo que los resultados de distintas metodologías no son realmente comparables sino que representan variables diferentes.

Un rasgo común de estos métodos es que no proporcionan edades cronológicas exactas sino un rango de edad dentro del cual puede encontrarse el individuo con una determinada probabilidad. Por una parte, por la variabilidad de la edad en la que se produce la emergencia y, por otra, porque cada individuo se mantiene en una etapa determinada un tiempo hasta que se produce la siguiente.

Piqueras y cols., (2003) resaltan que una de las principales ventajas de este tipo de métodos es la sencillez, el dato a valorar se obtiene con la simple inspección visual.

Se han hecho intentos para obviar este inconveniente aunque sin demasiado éxito, así se describen 5 etapas utilizadas por Gillet (1997), 0: no presencia del diente; 1: la corona saliendo por la encía; 2: corona emergida menos de la mitad; 3: más de la mitad de la corona emergida pero sin haber llegado a ocluir; 4: diente totalmente

Revisión de la bibliografía

emergido y en oclusión. El tamaño de la muestra necesaria aumenta considerablemente y posiblemente el incremento de esfuerzo no se ve compensado en los resultados que se pueden obtener.

La técnica se basa en observación directa, tomando en cuenta las etapas antes descritas y posteriormente se pueden aplicar varias soluciones estadísticas como: función de distribución acumulativa, estimación a partir de dientes emergidos, ecuaciones de regresión, número de dientes para cada grupo de edad.

Autores como Savara y Steen (1978), Smith (1980), Smith y Gar (1987), Pahkala y cols., (1991), Parner y cols., (2001) y Wedl y cols., (2005), realizaron estudios sobre los ritmos y la secuencia de erupción clínica de dientes permanentes, utilizando visión directa, en diferentes países. Estos estudios fueron realizados para entender el proceso de emergencia dental y sus variaciones. Otros autores como Carr (1962), Fernández (1983), Hägg y Matsson (1985), Catalá y cols., (1993), Nyström y cols., (2000), Abarrategui y cols., (2000), Hernández (2002), Piqueras y cols., (2003), Plasencia y cols., (2004, 2005), incluyeron en sus estudios de secuencias de erupción, la cronología para realizar estimaciones de edad biológica a partir del conteo de los dientes emergidos. Estos trabajos se realizaron en individuos vivos creando cronologías de emergencia, es decir basados en el momento en que el diente aparece en la cavidad bucal. Otros autores como Liversidge y Molleson (2004), realizaron un estudio de desarrollo y erupción de dientes deciduos en el Reino Unido de 3 grupos de individuos diferentes de los cuales una pequeña parte fueron individuos vivos y el resto, esqueletos. Del estudio de estos individuos lograron crear nuevas etapas de formación de los dientes deciduos siguiendo el estilo de Demirjian y cols. (1973) para los dientes permanentes. Definieron nuevos criterios, crearon dibujos que combinaron con radiografías y de esta forma gráfica es más sencillo ubicar en una etapa a cada individuo si se usa este método. Este método se puede utilizar por tanto en individuos vivos y en esqueletos, ya que basan la erupción en el reborde alveolar y no en la salida

del diente a la cavidad bucal. Por lo que es necesario radiografías o visión directa en individuos esqueléticos.

Atlas

Otra de las formas de determinar la edad dental es comparando con atlas que muestran la etapa media de desarrollo para cada diente individualmente o para toda la dentición en general a ciertas edades (Liversidge y cols., 1998).

Además de tablas y diagramas de desarrollo dental, a lo largo del siglo XX fueron apareciendo los atlas, basados en muestras histológicas y/o radiografías, utilizándose estos elementos pictóricos como guías para la anatomía y el desarrollo de la dentición. Según Liversidge y cols., (1998), W.J Brady en 1924 imprimió un folleto de forma privada con 60 gráficos para ilustrar el desarrollo de los dientes humanos desde que es solo un embrión hasta convertirse en adulto. Pero estos dibujos, aunque gráficamente descriptivos, tuvieron un problema y es que no describió la base de sus observaciones. Un poco siguiendo la línea de Brady los autores Shour y Massler en 1941 presentaron en su artículo “el desarrollo de la dentición humana” la descripción de los diferentes periodos de formación dental y lo plasmaron en una tabla grafica, en la que dan edades exactas según combinación de etapas de desarrollo dental las cuales agruparon en 22 dibujos, desde los 5 meses en útero hasta los 35 años. Durante mucho tiempo fue una tabla de referencia en la estimación de la edad en niños. Así mismo Logan y Kronfeld 1935 y Mc-Call 1935, 1944 también crearon este tipo de instrumento para el estudio de la cronología de el desarrollo dental.

Revisión de la bibliografía

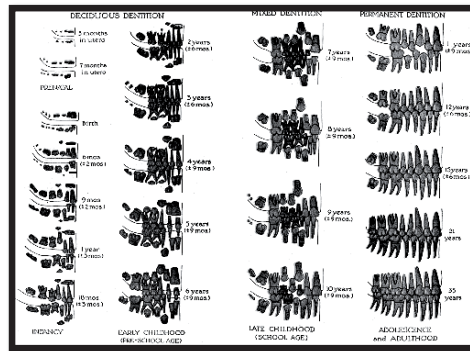


Figura 3 Atlas de Shour y Massler

Otro atlas extensamente utilizado entre los antropólogos físicos, es el de Ubelaker. Realizado por el autor en los años 80 partiendo de información recopilada por varios autores sobre el desarrollo dental de niños indios americanos y niños no blancos. Esta tabla pictórica, se ha utilizado durante mucho tiempo y se sigue utilizando, a pesar de que el autor recomienda su uso solo en poblaciones de individuos inmaduros no blancos. En el atlas no se distingue entre niños y niñas, y se muestra la edad con un factor de variabilidad positivo y negativo. Aunque está basado en la mayor variabilidad presentada en los estudios base, se alerta que la edad puede equivocarse en 5 años más o menos especialmente en edades más avanzadas.

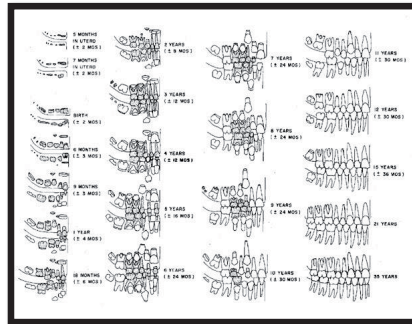


Figura 4 Atlas de Ubelaker

El atlas más reciente es obra de AlQahtani y cols., (2010) al que los autores definen como el “Atlas de Londres”. El objetivo de este estudio, fue desarrollar un atlas integral, basado en la evidencia para estimar la edad utilizando tanto el desarrollo de los dientes y la erupción alveolar para individuos de entre 28 semanas en el útero y 23 años. Los diagramas ilustran las medianas del desarrollo dentario y de las etapas de erupción con respecto a la cortical ósea. El estudio fue basado en radiografías correspondientes a pacientes de sexo femenino y masculino y, por otro lado, la observación directa de restos óseos prenatales y postnatales. Para la evaluación de formación dental se basaron en las etapas de Moorrees y cols., (1963a) y la erupción fue evaluada en relación al nivel de la reborde alveolar utilizando las etapas modificadas de Bengston (modificadas por Liversidge y Molleson).

Este atlas tiene una gran ventaja sobre los anteriores y es que simulan la presentación radiográfica de los tejidos dentarios, colocando a la pulpa en negro, el esmalte en blanco; y la dentina en gris para diferenciar la dentición primaria de la dentición permanente que fue coloreada en verde. Los dientes fueron separados con

Revisión de la bibliografía

mayor espacio para lograr una mejor identificación de las etapas. Existe la posibilidad de acceder a este atlas a través de internet ya que crearon un software que permite introducir los datos del individuo en estudios y se obtiene la edad dental y la representación grafica individualizada (www.atlas.dentistry.qmul.ac.uk i).

En un artículo realizado por AlQahtani y cols., (2014) estudiaron una muestra de N=1506 individuos de edad conocida formada por material óseo y radiografías de edades comprendidas desde la época prenatal hasta los 23,94 años. Estimaron la edad dental utilizando los atlas de Schour y Massler, Ubelaker y el Atlas de Londres. Calcularon la diferencia absoluta media entre la edad dental y la cronológica. Los resultados muestran que los tres métodos subestimaron la edad, pero el Atlas de AlQahtani fue mejor en todas las medidas. A pesar de estos hallazgos según AlQahtani y cols., (2014), el Atlas de Londres no deja de tener algunos inconvenientes que son inevitables cuando la madurez se ilustra en las categorías de edad. La edad se expresa como el punto medio de una categoría de edad y no como una estimación puntual. Aunque los dibujos representan los resultados de un diente específico, la alta variabilidad en el desarrollo dental significa que no es inusual encontrar una variación considerable cuando la se hace la comparación de un individuo con los dibujos. Además, un solo diente o varios dientes pueden adelantarse o retrasarse con respecto a la media.

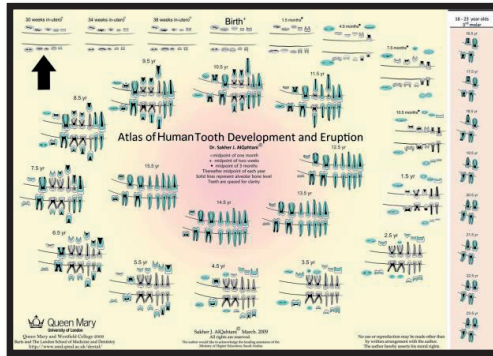


Figura 5 Atlas de AlQatani

Métodos radiográficos

Prieto (2008), menciona en su artículo de revisión, que todos los métodos de evaluación de la edad basados en la maduración dentaria observada en radiografías, siguen una misma sistemática. Primero, se evalúa el estadio de desarrollo de cada uno de los dientes a partir de registros radiográficos. A continuación, el estadio de desarrollo se relaciona con la edad correspondiente al mismo, derivada del estudio de la muestra conocida. Este método de estimación se basa en evaluaciones subjetivas de los estadios. Por otra parte, ha de tenerse en cuenta la variabilidad biológica en el desarrollo de cada uno de los dientes.

Nolla (1960) hace referencia a que en 1939, Pinney, realizó uno de los primeros estudios sobre el desarrollo de los dientes mandibulares, utilizando radiografías seriadas de un mismo individuo. De ahí surgió la idea de hacer estudios similares sobre otros dientes y usando otras técnicas radiográficas.

Revisión de la bibliografía

La mineralización de la corona y de la raíz puede ser evaluada mediante la visualización en radiografías. Las etapas que más claramente se identifican son: la mineralización inicial, el fin del crecimiento de la corona, iniciación de la furca de las raíces de los molares, el final del crecimiento de la raíz con el cierre del ápice. También puede observarse cuando la longitud de la raíz ha alcanzado la mitad de su crecimiento.

Las etapas radiológicas, no siempre corresponden con la etapa real, que se observa directamente en disección o histología. Algunas etapas de formación son especialmente difíciles de evaluar radiográficamente. Estas incluyen la formación completa de la corona y el inicio de la furca en premolares y molares.

La evaluación de la formación completa de la corona de caninos e incisivos permanentes es difícil debido a que el contorno del esmalte se extiende en los lados lingual y bucal de 2 a 4 mm más hacia la raíz que en los lados mesial y distal. Según Hunt y Gleiser (1955), la formación completa de la corona se da a los $3,5 \pm 0.47$ años en los niños y 3.3 ± 0.35 años en las niñas.

La formación inicial de la raíz, ocurre en las superficies proximales del diente una vez que el esmalte se ha terminado de formar en las superficies lingual y bucal. El margen en esas líneas de formación de esmalte no es claramente visible en las radiografías y en consecuencia, la edad de formación del esmalte de esta zona, es anterior a que se pueda observar por este medio.

Las radiografías panorámicas son de mucha utilidad en el estudio del desarrollo dental, ya que dan una amplia visión de los gérmenes de los dientes en desarrollo y se puede observar claramente su forma, principalmente en los dientes mandibulares ya, que no existe la superposición de estructuras óseas.

Moorrees y cols., (1963a) dice que es esencial que la técnica radiográfica sea óptima para reproducir imágenes de los dientes con una distorsión mínima. Una proyección escorzada o alargada, de un diente en desarrollo, afecta a la fiabilidad de la evaluación. A este respecto, puede hacerse hincapié en que, la radiografía de los incisivos antes de la emergencia, especialmente en el maxilar superior, podría requerir una técnica de expertos. Por otra parte, una reproducción satisfactoria de los dientes mandibulares posteriores para determinar su desarrollo se obtiene mejor en las radiografías laterales de mandíbula.

La disponibilidad de radiografías seriadas (estudio longitudinal) en lugar de una película aislada (estudio transversal), aumenta considerablemente la precisión de la observación ya que permite evaluar una serie de radiografías de un mismo individuo a lo largo de los años y de esta forma la posibilidad de estudiar cada etapa a medida que va sucediendo.

En radiografías aisladas (estudio transversal), la evaluación de la longitud de raíz se lleva a cabo mediante la comparación de cada diente con las raíces y contornos alveolares de los dientes adyacentes y más maduros.

Nolla (1960) advierte que una de las limitaciones del estudio radiográfico son los cambios en el desarrollo que ocurren antes de la calcificación, que no se observan radiográficamente, pero también asegura que para el estudio del desarrollo dental los rayos X pueden ser ideales ya que son un instrumento de amplio uso en el diagnóstico y la práctica clínica.

El método radiográfico es el más simple y más barato, además de no invasivo y no mutilante, que puede utilizarse en la estimación de edad si lo comparamos con los métodos histológicos y bioquímicos. Las imágenes radiográficas y tomográficas se han

convertido en una ayuda esencial para la identificación humana en odontología forense, particularmente con el refinamiento de las técnicas y la incorporación de los recursos de tecnología de información (Panchbhai 2011).

Este tipo de métodos, basados en el desarrollo dental, están especialmente recomendados para la estimación de edad en niños, adolescentes y sub adultos básicamente, en los cuales se encuentra la dentición en pleno desarrollo (Ritz-Timme y cols., 2000).

Soluciones estadísticas

La determinación de la cronología de las etapas de crecimiento no es tan fácil como podría pensarse. Una etapa se alcanza en un momento del tiempo que con frecuencia no es observada por el investigador, no es fácil limitarlas en el tiempo ya que raramente pueden hacerse observaciones de un individuo diariamente, semanalmente o ni siquiera mensualmente. Por lo tanto, se necesita una solución para resolver el tiempo de logro de una etapa basándose en observaciones limitadas de sujetos en puntos concretos de tiempo. Esto es cierto tanto si el estudio es longitudinal, como si es transversal. El resultado de cualquiera de estos tipos de estudio es el mismo: en una proporción de los casos, la etapa no ha comenzado y en el resto ha llegado a su fin.

A continuación se describen las soluciones estadísticas más utilizadas a lo largo del tiempo por los diferentes autores que se han dedicado a relacionar la emergencia y la madurez dental con la edad del individuo, basándome en lo encontrado en la literatura de los siguientes autores principalmente Smith (1991), Hillson (1996), Liversidge y cols., (1998) y Plasencia y cols., (2005).

Método A. Función de distribución acumulativa

Esta función proporciona el mejor método para determinar la edad de logro de una etapa de desarrollo (Tanner, 1986).

La edad a la cual el 50% de los pacientes han alcanzado una etapa se toma como la 'edad de logro de una etapa', en realidad edad mediana.

La función de distribución acumulativa se planteada como la mejor manera de establecer una cronología de la formación de los dientes y evita los problemas derivados de la estructura de la edad de la muestra.

Trabajaron con cronologías obtenidas a partir de función de distribución acumulativa (análisis Probit con frecuencia) autores como; Moorrees y cols., (1963a y b), Haavikko (1970), Fanning y Brown (1971), Demirjian y Levesque (1980) y Levesque y cols., (1981).

Todos estos estudios se basan en datos obtenidos de forma longitudinal, con excepción de Haavikko (1970) que trabajó con datos de un estudio de corte transversal, también Demirjian y Levesque (1980) y Levesque y cols., (1981) añadieron un número sustancial de datos transversales a su estudio longitudinal.

Según Plasencia y cols., (2005) quienes trabajaron con datos seccionales en población Asturiana, para el uso de esta solución estadística debe tratarse la muestra como si fuese transversal, es decir, si de un individuo tenemos dos observaciones, por ejemplo a los 10 y a los 12 años, lo tratamos como si se tratase de dos individuos diferentes, uno de 10 y otro de 12 años. Esto puede afectar los resultados por el fenómeno de dependencia. Una presunción del método es la independencia de las observaciones, es decir que se considere una sola observación por individuo.

“La composición de la muestra es muy importante en el sentido de que la distribución corresponda con el modelo. Los estudios seccionales tienen la ventaja de que la porción de la muestra que lo requiera puede ser corregida sin demasiada dificultad. Por ello los métodos que utilizan funciones de distribución acumulativa son considerados los mejores para la estimación de este tipo de datos” Plasencia y cols., (2005).

Método B. Promedio de edad en la primera aparición de una etapa de desarrollo

Promedio de edad en el momento en el que se observo por primera vez el fenómeno estudiado menos la mitad del intervalo entre las dos observaciones.

En una situación ideal un conjunto de datos longitudinales podría ser utilizado para calcular la edad del logro de una etapa de crecimiento simple y directo. Si el mismo conjunto de sujetos fueran observados por día o por hora, y las observaciones se extendieran de 0 a 100% de la muestra alcanzando una etapa de desarrollo, con un promedio de edad de la primera aparición de la fase, esta sería una buena estimación de la "edad de logro" en una muestra de tamaño adecuado.

Los problemas de aplicación de este método son principalmente tres: 1. largos intervalos entre los exámenes, 2. desigual distribución de las edades, y 3. truncamiento de los grupos de edad estudiados (por abandono del estudio o muerte).

La longitud del intervalo entre los exámenes crea dificultades debido a que la primera observación de logro de una etapa de crecimiento siempre es posterior a la consecución real.

Este método se utiliza para estimar la edad ya sea mediante la comparación de la formación dental en general de los maxilares o para cada diente individual a partir de radiografías (Liversidge y cols., 1998).

Este método ha sido utilizado básicamente para establecer cronologías de emergencia dental en estudios longitudinales.

Método C. Edad media de los sujetos en una etapa de desarrollo

Algunas cronologías de formación de los dientes se han logrado ubicando a los sujetos en una determinada etapa de desarrollo y calculando el promedio de edades.

El resultado estadístico 'edad de los sujetos en una etapa' es una variable totalmente diferente a 'edad de alcanzar una etapa'. La edad asociada con entrar en una etapa postdata el comienzo de esa fase.

El "promedio de edad de los sujetos en una etapa" es más adecuado para la predicción de la edad. Sin embargo, su precisión como predictor puede verse comprometida por diseño de la muestra. Seccionamientos y/o distribuciones muy desiguales de edades de los sujetos pueden ser fuentes potenciales de un sesgo importante.

Método D. Predicción de edad

El problema de la predicción de la edad tiene algunas complejidades. Un enfoque es el Método C, aunque sus resultados pueden verse comprometidas por los aspectos de diseño de muestreo. El Método A no es directamente aplicable, ya que, en relación con la cronología del 'momento de logro', un sujeto está en el medio de la consecución de una etapa y la siguiente. Por lo tanto, para asignar una edad a un sujeto que muestra una etapa en particular, sería apropiado asignar una edad que puede ser el

punto medio entre la edad media del logro de la etapa actual del sujeto y la siguiente (teniendo en cuenta la igualdad de varianzas). De esta forma construyeron tablas de predicción de la edad. Para el cálculo de la edad se hace una regresión lineal sobre las puntuaciones globales de formación dentaria. Es decir, se calcula una ecuación de regresión en una muestra de edad conocida en la que la variable dependiente es la edad y la independiente las etapas de desarrollo dental. Puede incluirse el sexo como variable muda, es decir codificada como 0 y 1, de manera que en uno de los sexos desaparezca el coeficiente y en el otro quede a modo de factor de corrección fijo (Piqueras y col., 2003).

Método E. Etapa de formación para el grupo de edad de los sujetos

Los Métodos B y C presentan problemas que surgen de las edades promedio de los sujetos, por lo que ¿por qué no evitar esto haciendo un promedio de etapas en su lugar? Ó sea, en vez de calcular el promedio de edad para la etapa, calcular la etapa para el grupo de edad.

Varios estudios calculan la etapa media de los grupos de edad de los niños (Nolla 1960; Nanda y Chawla 1966).

En la mayoría de estos casos, los autores pretenden construir una 'escala de madurez', un dispositivo para estimar si un niño se adelanta o se retrasa en comparación con el desarrollo normal.

Sin embargo, algunos problemas técnicos se asocian con un promedio de las etapas de formación de los dientes como se hace en los estudios anteriores.

Estas etapas son medidas ordinales generalmente designados por números enteros. Por tanto, no son una distribución normal. Por otra parte, los lapsos de

tiempo entre las etapas pueden ser desiguales de modo que las unidades no tienen el mismo valor en toda la escala.

En los datos organizados por edad ('etapa para la edad'), se pueden evitar algunas dificultades haciendo una lista de las etapas originales sin un promedio, o la forma de dar los percentiles por grupo de edad. Sin embargo, la mayoría de estos estudios en la literatura han calculado los promedios de las etapas de clasificación.

Por otra parte las cronologías obtenidas de los estudios de 'fase media de edad' no se pueden comparar con otros estudios utilizando métodos de A-D.

Las dificultades se agravan si las etapas se utilizan para la predicción de la edad en lugar de evaluación de la madurez. Por ello, Nolla (1960) calculó el estado medio de edad, lo cual es apropiado para evaluar la madurez.

Método F. Escalas de maduración

Las escalas de madurez están diseñadas para evitar los problemas asociados con el cálculo de la edad media o media etapa (Métodos B, C, E) Al igual que en el Método E, las escalas de cumplimiento de una fase se calculan de la tendencia central en edad de la etapa. Sin embargo, la escala ordinal de etapas de crecimiento puede ser transformada primero a las puntuaciones con respecto al tiempo cronológico y, en una serie de resultados obtenido de los dientes en una etapa, en una medida que más estrechamente se aproxime a una variable continua.

Las escalas de madurez están diseñadas para una situación clínica en que se evalúa la madurez de los sujetos con edad conocida y, por ello, parece ideal. Sin embargo, no están diseñados para el contexto antropológico forense por dos razones. En primer lugar, estos métodos están diseñados para su uso con las puntuaciones

Revisión de la bibliografía

sumadas para un conjunto particular de los dientes, y no se tiene en cuenta para los datos que faltan. Más bien, el sistema debe ser calibrado por separado para cada conjunto de dientes (sistemas han sido publicados utilizando cuatro, cinco, siete y diez dientes, respectivamente). En segundo lugar, como en el caso de Nolla (1960), en el cálculo de la relación de las puntuaciones a la edad, la desviación se ha minimizado en la dirección de las puntuaciones, no la edad. Por lo tanto, este método no se usa en individuos con edad desconocida porque no puede dar la predicción de la edad lo mejor posible.

Método G: Tablas pictóricas y atlas

No es posible categorizar cronologías en dibujos descriptivos en un sentido estricto, porque es poco probable que sea una cronología de 'edad de logro', ya que la transición en sí misma es efímera y nunca se observó. (Tanner, 1986). Las tablas de dibujos y los atlas deberían ser lo más parecido a los estudios estadísticos, utilizando el método C (media de edad para la etapa) o E (media de la etapa para la edad), dependiendo de si las ilustraciones son elegidas para representar a una edad o etapa de desarrollo. Pueden ser utilizados para la predicción de la edad o cualquier evaluación de la madurez. Sin embargo, algunos atlas están destinados principalmente como guías anatómicas en lugar de los sistemas de evaluación de la edad.

Estimación de edad

Garamendi y cols., (2011), afirman que el fundamento científico de las estimaciones diagnósticas de edad, parte del supuesto de que en los seres humanos se producen una serie de cambios morfológicos, que siguen una secuencia cronológica establecida y común a todos ellos. Estas variaciones responden a un control genético y están influidas por factores ambientales diversos, lo que determina que, pese a que dicha secuencia sea común, la cronología exacta de estos cambios en cada sujeto resulte individual, si bien dentro de unos márgenes cronológicos de variabilidad hasta cierto punto predecibles. Estos cambios morfológicos afectan, entre otros, a patrones bioquímicos de la economía corporal, aspecto morfológico externo, así como la mineralización y osificación del esqueleto.

Ubelaker (2007) recomiendan, que para estimar la edad deben tenerse en cuenta los cambios cronológicos en la estructura corporal del individuo. Estos cambios son bastante estables durante el proceso de maduración, predecibles y reproducibles, aunque no siguen un desarrollo paralelo en diferentes huesos y estructuras. En la primera parte de la infancia, la primera década de vida incluyendo la etapa prenatal, los cambios afectan a la apariencia y crecimiento de los huesos y dientes, características que continúa en la segunda infancia y adolescencia cuando además comienzan a erupcionar los dientes, se desarrollan y fusionan las epífisis del esqueleto postcraneal. Aproximadamente a los 20 años la mayor parte del desarrollo se ha completado, la mayoría de las epífisis están unidas, y casi todos los dientes han erupcionado y están completamente calcificados. Después de esta edad y hasta la muerte, las indicaciones nos las proporcionan la progresiva unión de las suturas craneales, los cambios en la apariencia de la superficie sínfisaria del pubis, los cambios degenerativos (artrosis, desgaste dental), y los cambios en la estructura microscópica de los huesos y dientes.

Revisión de la bibliografía

La estimación de la edad como he comentado antes a lo largo del texto, tiene gran importancia en el campo de la antropología física y sus diferentes contextos, como son, clínicos, arqueológicos y forenses. En las ciencias forenses, el cálculo de la edad forma una parte primordial, ya que es pieza fundamental de la identificación. Tanto en vivos como en muertos, el desconocimiento de datos tan claves como la edad cronológica del individuo, han llevado a desarrollar múltiples métodos de estimación partiendo del estudio morfológico y de los cambios en el desarrollo y maduración en el caso de niños y adultos jóvenes y de los cambios derivados de la función (uso) orgánica en el caso de los adultos.

En la niñez y la adolescencia, se recomiendan los métodos morfológicos basados en observación radiográfica del desarrollo de los dientes y el esqueleto. En adultos, la precisión de los métodos morfológicos es muy reducida. En este caso los métodos bioquímicos son los recomendados, por ejemplo la racemización del ácido aspártico en la dentina, es uno de los más precisos. La elección del método de estimación depende cada caso en particular.

Ritz y cols., (2000) plantean una serie de preguntas que deben hacerse antes de escoger el método de estimación de edad más adecuado a la situación o caso: ¿Qué grado de precisión es necesaria? ¿Qué rango de edad es el esperado? ¿Conocemos el sexo, el origen geográfico etc. y deben ser considerados? En cadáveres: ¿Qué material debe ser analizado (tomando en cuenta los siguientes factores: tiempo que ha pasado desde la muerte y el medioambiente)? En vivos: ¿Qué regulaciones éticas y legales deben ser consideradas?

Estos métodos se han clasificado dependiendo del individuo o población en la que se vayan a utilizar, si están vivos o no, o en el caso de cadáveres el estado del cuerpo (putrefacto, quemado, esqueletizado etc.) así como el procedimiento a utilizar

y la categoría de edad en la que se encuentren: niños, sub-adultos, adultos jóvenes y adultos.

Tabla 1 Categorías usadas para estudios antropológicos

CATEGORIAS	EDADES CORRESPONDIENTES
EMBRION	primeros dos meses de gestación
FETOS	tercer mes hasta nacimiento
PRENATAL	antes de nacimiento
PERINATAL	durante el nacimiento
NEONATO	nacimiento hasta segundo mes
INFANTIL I	tercer mes hasta 6 años (dentición decidua - primer molar)
INFANTIL II	7 hasta 14 años (M1 - erupción del segundo molar)
JUVENIL	14 hasta 21 años (M2 – fusión epifisial)
ADULTO	20 hasta 40 años (inicio de la obliteración de las suturas craneales)
MADURO	40 hasta 60 años
SENIL	más de 60 años

En la estimación de edad en niños y adultos jóvenes, se plantean dos posibles situaciones a estudiar, individuos vivos y después de su muerte. En los dos casos la valoración de la edad biológica es el proceso y la estimación de la edad cronológica es la meta.

Revisión de la bibliografía

Para esto, se han desarrollado gran cantidad de métodos basados en los rasgos morfológicos, característicos de cada etapa en la vida del individuo, que, dependiendo del objetivo de la estimación se pueden seleccionar entre unos y otros o la combinación de varios. Según Prieto y cols., (2005), esto es recomendable sobretodo en estimaciones de mayoría de edad (18 años o 21 años dependiendo del país), ya que la determinación de la edad como requerimiento jurídico, debe ser lo más exacta posible y esto con la aplicación de un solo método, normalmente, no es posible. La afirmación anterior coincide con los resultados de Olze y cols., (2006), Schmeling y cols., (2008) y las conclusiones de Prieto (2008).

Basados principalmente en la observación, de los cambios derivados del desarrollo en el esqueleto como 'The Greulich and Pyle Atlas', 'Tanner Whitehouse Method', 'The Gilsanz and Ratibin Atlas' y los métodos de Nolla (1960), Demirjian y cols., (1973); Moorrees y cols., (1963a) y otros, hay algunos en los que la observación directa es el punto de partida y otros en los que métodos radiográficos dan facilidades para recolectar la información.

Ubelaker (2007), afirma que quien intente estimar la edad biológica de un ser humano, debe considerar la variedad de métodos y la precisión relativa de cada uno de ellos. La selección del método de trabajo debe basarse, no solamente en la precisión de este, sino también del material del que dispone para la recolección de datos, el tiempo y equipos con los que cuenta y sin dejar de lado exactitud requerida por el problema planteado.

Lo que se determina con base en restos humanos es la edad biológica (dental u ósea), la cual, no es necesariamente igual a la edad cronológica. Por eso se calcula siempre un rango de variabilidad. La estimación de edad en subadultos se puede hacer con más exactitud que en adultos (Rodríguez 2004; Ubelaker 2007; Krenzer 2006; Liversidge 2008a), debido a la determinación genética con poca influencia ambiental y

la documentación de madurez ósea o mineralización y desarrollo dental. Hasta los 14 años los métodos basados en la mineralización dental y la maduración de los huesos, tanto del cráneo como del resto del esqueleto, dan buenos resultados. Si para la estimación de edad contamos con dientes y partes esqueleto, según lo dicho anteriormente, el resultado del estudio dental se toma como el de mayor precisión y los criterios craneales y postcraneales (cambios, mediciones) son tomados como información complementaria, aunque totalmente válida. Una vez estamos delante de un juvenil el esquema dental pierde precisión, y se analiza la fusión de epífisis o apófisis del esqueleto postcraneal. Con la fusión completa, el cierre de la sutura esfeno-basilar o la erupción del tercer molar se considera que el individuo ha entrado a la etapa adulta (Krenzer 2006).

En el caso de los adultos la maduración morfológica ya se ha completado, por esta razón se utilizan métodos que midan el grado de afectación anatómica creado por la función.

Aunque la evaluación para estimar la edad en adultos puede incluir el análisis del cierre epifisiario y el desarrollo dental en adultos más jóvenes, por lo general los métodos tienen que ver con la evaluación de los cambios óseos degenerativos y otras características, entre las que se cuentan la estructura microscópica del hueso y los rasgos dentales (Scientific Working Group for Forensic Anthropology 2013).

En general, la necesidad de conocer la edad en adultos está directamente relacionada con las ciencias forenses y principalmente en personas fallecidas no identificadas, cadáveres en variadas situaciones. También es importante en estudios de poblaciones antiguas. En individuos vivos, es poca la demanda de esclarecer este tipo de características, porque legalmente las edades más conflictivas son las que se acercan a la mayoría de edad estipulada en cada país.

Revisión de la bibliografía

A medida que se incrementa la edad del individuo, aumenta, paralelamente, el margen de error. Según Rodríguez (2004) hasta los 20 años de edad puede alcanzar los 2-3 años, en la cohorte de 20-30 los 5 años, en el grupo de 30-50 hasta 10 años, y después de esa edad el error varía considerablemente según las condiciones de vida del sujeto. Rouge y cols., (1992), afirma que existe una variación individual, intragrupal e intergrupala, pero también referente a la población según el tamaño y representatividad de la muestra, la estructura observada y las cohortes de edad abarcadas.

Definitivamente, mientras más avanzado sea el grupo etario al que pertenece un individuo, es más complejo conseguir precisión en la estimación (Liversidge 2008b). A medida que aumenta la edad aumenta la variabilidad morfológica.

Los factores ambientales e históricos de la vida del individuo pueden agregar variaciones que no están relacionadas con la edad a la expresión de los rasgos degenerativos y por consiguiente pueden representar una fuente potencial de error. La mayor parte de los estudios sugieren que, en el caso de los adultos, la consulta de varios indicadores de edad genera resultados más precisos que el uso de indicadores únicos. La precisión de la estimación de la edad es pobre en los adultos jóvenes y más aun en los adultos maduros (Johanson 1971; Levesque y cols., 1981).

Rodríguez Cuenca (2004) en el capítulo V de su libro dice “La estimación de la edad representa el procedimiento más complejo del proceso de identificación, tanto de vivos como de restos óseos, especialmente en adultos, pues los fenómenos de envejecimiento varían según la población, el sexo, el ambiente, el estatus social y las condiciones de salud de la persona”

Según dice Ubelaker (2007) después de los 20 años, las indicaciones sobre el estado de maduración y en este caso de los adultos, los rasgos identificativos de edad,

nos los proporcionan la progresiva unión de las suturas craneales, los cambios en la apariencia de la superficie sinfisaria del pubis, los cambios degenerativos (artrosis, desgaste dental), y los cambios en la estructura microscópica de los huesos y dientes.

Estimación de la edad dental

Pretty (2003) presenta una serie de factores tomados en cuenta para la determinación de la edad usando los dientes.

- La aparición de los gérmenes dentales
- Primer rastro detectable de la mineralización
- Grado de formación (etapa de desarrollo alcanzada) del diente no erupcionado
- Cambios en la formación del esmalte y la formación de la línea neonatal
- Erupción clínica (emergencia)
- Grado de formación (etapa de desarrollo alcanzada) de las raíces de los dientes
- Grado de reabsorción de las raíces de los dientes deciduos
- Desgaste de la corona
- Formación de dentina secundaria (fisiológica)
- Formación de cemento

Revisión de la bibliografía

- Transparencia de la dentina radicular
- Recesión gingival
- Superficie de reabsorción radicular
- La decoloración y las manchas de los dientes
- Los cambios en la composición química de los dientes

Métodos relacionados con el uso de los dientes.

Utilizar los dientes para establecer la edad de un individuo es generalmente fiable ya que estos se conservan naturalmente hasta mucho después de que todos los tejidos incluso los huesos se han desintegrado (Hillson 1996; Rai y cols., 2007).

Lucy y cols., (1995), afirma que los métodos dentales para estimación de edad, basados en el uso de los dientes, se acercan más a la precisión necesaria en adultos ya que los métodos esqueléticos, tienen un tope de correlación positiva en los 45 años de edad (método de la faceta auricular de Lovejoy y cols., 1985), en cambio en dientes se puede estimar en individuos mayores de 50 años.

Rai y Kaur (2013) confirman que la estructura dental (dientes) es la parte más fuerte del cuerpo humano y por lo tanto muy resistente, por ejemplo, a temperaturas excesivas, explosiones y otras condiciones extremas, lo que hace que estén disponibles durante largos períodos post-mortem. Además, los dientes son buenos indicadores de la edad de las personas. Estos dos hechos nos permiten utilizarlos para la estimación de la edad en el trabajo forense.

La estimación de la edad dental, es de reconocida importancia en la odontología forense, no sólo para fines de identificación de las víctimas fallecidas, sino también en relación con los crímenes y accidentes. Además, la edad cronológica se utiliza en la mayoría de las sociedades en casos de asistencia a la escuela, beneficios sociales, empleo, adopción, asilo político y, en ocasiones, el matrimonio (Willems y cols., 2001).

El uso de los dientes para la estimación de edad se puede hacer desde tres formas de estudio principalmente, observación macroscópica, estudio histológico de sus componentes, bioquímica de su estructura y por métodos radiográficos.

Observación macroscópica

Desgaste dental

Normalmente, los dientes se desgastan por su función y uso, desencadenando una reducción lenta de la superficie oclusal, inicialmente del esmalte, posteriormente de la dentina y la cavidad pulpar en casos intensos, hasta la destrucción total de la corona y apreciación visual de la raíz. El proceso de desgaste dental tiene dos componentes: 1º la Atrición, que es el resultado del contacto directo diente contra diente y depende en gran medida del grado de robustez del aparato masticatorio y de la intensidad y duración del contacto y 2º la Abrasión, producida por el contacto con materiales intermedios y depende del grado de abrasividad de estos.

El desgaste dental es reconocido como un elemento que por su regularidad es útil para la estimación de la edad en restos adultos. Existen varios esquemas de puntuación de desgaste disponibles, como también métodos creados para medir el tamaño y la orientación de las facetas de desgaste. Todos muestran una amplia relación entre el grado de desgaste y la edad, aunque esta relación es mucho más precisa en los adultos jóvenes que en los adultos mayores (Hillson 1996).

Revisión de la bibliografía

Se toma como referencia la variación intraindividual en las tasas de desgaste teniendo en cuenta la diferencia, de aproximadamente seis años, entre la erupción del M1 y M2, y entre M2 y M3. Por tal razón, se recomienda medir el grado de desgaste de individuos juveniles dentro de la misma población, calculando el gradiente de destrucción de la corona entre los 6 años cuando erupcionan los primeros molares, hasta los 12 años cuando erupcionan los segundos molares, y entre esas edades y el tiempo transcurrido hasta la aparición de los terceros molares (Rodríguez 2004).

Richards y Miller en 1991 encontraron una alta correlación entre el tamaño de las facetas de desgaste de la cara oclusal de los molares y la edad en jóvenes aborígenes australianos. Molnar y cols., (1983) fueron capaces de clasificar correctamente, en la mayoría de los individuos, edad y sexo utilizando únicamente la base de su patrón de desgaste. Estos estudios sugieren, que la atrición puede ser un buen indicador de la edad en la muerte y subrayan las causas multifactoriales de un desgaste anormalmente fuerte, que puede relacionarse con la edad, el sexo y otros factores, y aseguran que el patrón y el grado de desgaste se hace más variable con la edad. A mayor edad mayor variabilidad.

Sistema de observación de desgaste según Guerasimov y Zoubov

En el año de 1955 Guerasimov describió 6 grados de observación de desgaste dental en adultos y lo relaciono con la edad. Posteriormente, en 1968, Zoubov lo modificó ligeramente, haciendo diferencias entre dientes mono-radiculares y multi-radiculares, pero mantuvo la tabla de correlación de entre edad y desgaste propuesta por Guerasimov.

Edad	I	C	P	M1	M2	Edad	I	C	P	M1	M2
10-13	0	0	0	0	0	25-30	3	2	2-3	2-3	2
13-14	0-1	0	0	0	0	30-35	3	2-3	2-3	3	2-3
14-16	1	0	1	0	0	35-40	3	3	3	3-4	3
16-18	1-2	1	1	1	0	45-50	3-4	3-4	3-4	4	3-4
18-20	2-3	2	2	2	1	50-60	4-5	4	4	5	4-5
20-25	2-3	2	2	2	2	60-70	5-6	5	5-6	5-6	6

Figura 6 Correlación de la edad con el desgaste según Guerasimov 1955 (Tomado de Rodríguez 2004)

Sistema de observación del desgaste dental por Miles

Según referencia de Hillson (1996), el método propuesto por Miles fue publicado en el año 1958 y se basa en la idea de que, la tasa de desgaste se puede calibrar tomando en cuenta la edad de erupción del diente y, por lo tanto, el tiempo que lleva en función dentro de la boca. Miles realizó un estudio de los dientes de un grupo de tumbas anglosajonas de Breedon, Inglaterra. Construyó un diagrama que compara el desgaste en el primer, segundo y tercer molar, provisto de una escala de edad a partir de un grupo de base en el que los molares se encontraban aún en erupción, suponiendo que los primeros molares erupcionaron a los 6 años, el segundo a los 12 y el tercero a los 18, con una escala de desgaste entre ellos de 6: 6.5: 7. La escala resultante en años desde la erupción, dibujada en la gráfica, permite estimar una escala de edad extrapolada a lo largo del tiempo y el uso prolongado.

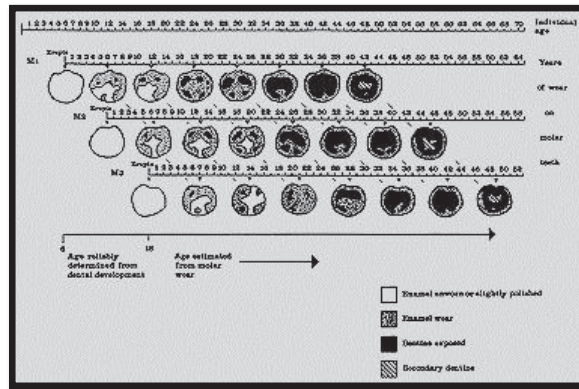


Figura 7 Sistema de Miles para la estimación de la edad por desgaste dental. Tomado de Hillson (1996).

Sistema de observación del desgaste dental según Brothwell

El sistema de estimación de edad por desgaste dental más ampliamente utilizado es el de Brothwell, publicado en 1963. Se trata de una tabla que muestra el rango de exposición de dentina en molares permanentes para cuatro grupos de edad diferentes. Está diseñado para ser usado desde la prehistoria, hasta principios del periodo medieval británico, pero en la actualidad se aplica en todo el mundo. Este autor, trabajó con una población de ingleses pre-medievales, basándose en la observación de los puntos de contacto de la superficie oclusal de los molares. Brothwell (1989) recomienda que el grado de desgaste debiera cotejarse, siempre que fuese posible, con los márgenes de edad que proporciona la sínfisis púbica, específicamente en varones (Hillson 1996; Krenzer 2006; Rodríguez 2004).

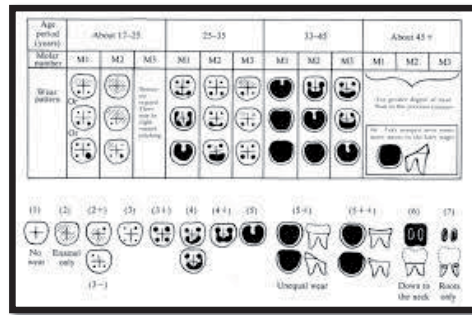


Figura 8 Sistema de determinación de edad por desgaste dental de Brothwell (1981). Tomado de Hillson (1996).

Sistema de observación de desgaste según Lovejoy

Este autor hizo su estudio en 1985 sobre una población de Ohio, Estados Unidos. Comprobó que tenían un patrón de desgaste homogéneo en todos los dientes y de este estudio creó una tabla con dibujos para categorizar dicho patrón y darle nombre a cada etapa ordinal.

Revisión de la bibliografía

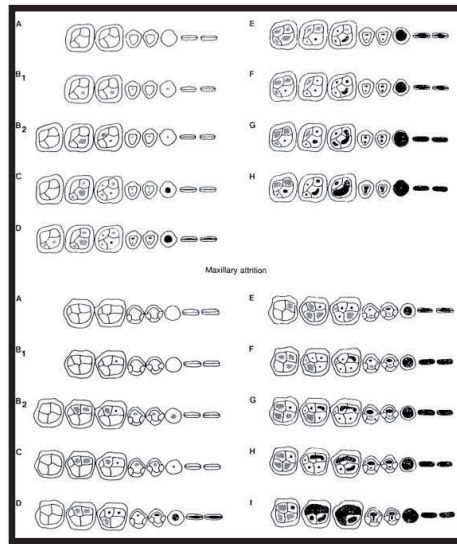


Figura 9 Sistema del desgaste dental por Lovejoy; exposición de dentina en negro. Las edades correspondientes maxilares son A) 12-18; B1) 16-20, B2) 16-20, C) 18-22; D) 20-24;E) 24-30; F) 30-35; G) 35-40; H) 40-50; y mandibulares H) 40-45; I) 45-55 (según White 2000).

Y con esta base de observaciones creó una tabla de correlaciones con la edad.

etapa	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I
maxilar d	12-18	16-20	16-20	18-22	20-24	24-30	30-35	35-40	40-50	-
mandíbula i	12-18	16-20	16-20	18-22	20-24	24-30	30-35	35-40	40-45	45-55

Figura 10 Etapas de desgaste y edades correspondientes Lovejoy (Krenzer 2006)

Métodos histológicos

La histología dental provee una variedad de métodos para la estimación de la edad de la muerte en restos de adultos.

Método de los Anillos de Cemento

Se ha dicho que el cemento dental es potencialmente bueno en la estimación de la edad debido a su localización única en el proceso alveolar. Zander y Hürzeler (1958), desde ese año ya afirmaron que estas líneas incrementales de cemento en el diente se pueden utilizar como un marcador de edad fiable, más que cualquiera de los otros rasgos morfológicos o histológicos en el esqueleto humano. Estos autores, derivan una ecuación de regresión para la estimación de la edad sobre la base de los anillos de cemento. Una sección longitudinal de un diente se examina bajo microscopio de luz y microscopio de polarización. Estas áreas se fotografían y las imágenes se transmiten desde el microscopio a un ordenador (Adobe Photoshop), y el recuento se realiza con la ayuda de software de análisis de imagen. En primer lugar, el ancho del cemento desde la unión dentina-cemento (DE) a la superficie del cemento, se mide en un área donde las líneas se encuentran aproximadamente paralelas. A continuación, se mide del ancho ocupado por las dos líneas de incremento adyacentes, que son más fácilmente reconocibles, y se calcula el número de líneas de incremento en la anchura total de cemento.

Número de líneas de incremento (n) = X / Y donde X es el ancho total de cemento (a partir de (DE) a la superficie de cemento) e Y es la anchura de cemento entre las dos líneas de incremento; Edad = número de líneas de incremento (0,987) edad erupción de diente.

Revisión de la bibliografía

Otros autores (Lipsinic y cols., 1986; Charles y cols., 1986; Condon y cols., 1986; Solheim 1990; Kvaal y Solheim 1995 y Wittwer-Backofen y cols., 2003), han estudiado este método dando diferentes visiones sobre su precisión. Opinan, que en cada diente puede variar el espesor del cemento, que debe hacerse el corte siempre del mismo grosor para poder tener resultados estables. También han encontrado que es más preciso en mujeres que en hombres además de que en menores de 50 años la correlación es más alta y concluyen que hay métodos alternativos que pueden funcionar mejor que este. Kagerer y Grupe (2001) afirman que pueden demostrar que las enfermedades generales del individuo pueden afectar la formación de las líneas incrementales de cemento. En los que no tienen historia clínica de enfermedad periodontal, por ejemplo, la correlación con la edad cronológica es mucho mayor que en los que sí tuvieron afectación periodontal.

Método de Gustafson (1950)

En 1950 Gustafson basándose en 41 dientes de individuos de edad documentada de entre 2 y 69 años propuso un método para estimar la edad, empleando 6 rasgos de la microestructura dental (Atrición (A), dentina secundaria (S), altura gingival o enfermedad periodontal (P), aposición de cemento (C), transparencia radicular (T), reabsorción radicular (R)). A estos 6 parámetros se asigna una puntuación de 0 a 3. Después de recolectar los datos se calcula el promedio total y se realiza la estimación de edad usando la fórmula de Gustafson. A partir de este método se realizaron varias modificaciones (Rodríguez 2004).

Método de Dalitz (1962)

Modifica el método de Gustafson (1950) y sugiere que el cemento es un pobre indicador de la edad, por lo tanto propone un sistema de 5 puntos expresado en una fórmula predictiva de edad dental.

Este autor, Dalitz (1962), investiga el sistema de cuatro puntos (0-3) propuesto por Gustafson examinando y seccionando 146 dientes anteriores de individuos de edades comprendidas entre 14 y 76 años. Los criterios fueron estudiados por separado de acuerdo a su importancia relativa. Demostró con los resultados que se podía prescindir de la reabsorción radicular y la formación de cemento, además que el desgaste, la periodontitis, la aposición de dentina secundaria y la transparencia de la raíz de los doce dientes anteriores están relacionados sensiblemente con la edad en un grado similar. Finalmente sugiere que, de ser posible, es preferible utilizar un máximo de cuatro de los doce dientes anteriores de un individuo para la determinación de la edad porque el uso de un mayor número de dientes no aumenta necesariamente la exactitud de la determinación.

Método de Bang y Ramm (1970)

Bang y Ramm (1970) idearon un método basado en la medición de un parámetro, la longitud de la zona translúcida apical en mm de un diente. Sometieron los dientes de su muestra a una solución de 10% de formaldehído neutro y luego realizaron secciones vestibulolinguales midiendo la transparencia radicular desde el ápice, en sentido coronal, hasta la línea que divide la dentina transparente de la opaca.

Crearon las siguientes regresiones lineales.

Si la zona translúcida es <9 mm (Edad = $B_0 + B_1x + B_2x^2$)

Si la zona translúcida es > 9 mm (Edad = $B_0 + B_1x$)

Método de Johanson (1971)

Usa básicamente los mismos indicadores que Gustafson pero decidió que las etapas intermedias pueden ser detectadas fiablemente. Creando así un sistema de siete etapas ordinales para las seis variables. Usa una regresión multivariante predictora de edad que parece haber producido un error de 5,16 años para cualquier estimación de la edad. Cabe destacar en esta etapa que ni Johanson ni Gustafson diferencian entre tipos de dientes en su análisis de regresión.

Método de Maples (1978)

Un estudio realizado por Maples en 1978 evaluó los criterios que funcionaban mejor en conjunto con los demás utilizando el análisis de regresión múltiple (Maples 1978). La combinación más efectiva involucró a todos los criterios excepto la reabsorción radicular cuando se utiliza específicamente sobre el segundo molar permanente, y le dio a un error de ± 5 años. Sin embargo, la combinación de sólo aposición de dentina secundaria y la transparencia de la raíz dio el mejor resultado global cuando se aplica a todos los dientes. Propuso las diferentes regresiones basadas en la posición del diente.

Método de Lamendin (1992)

Lamendin en 1992 propuso una modificación del método de Gustafson y Koch (1974) que tiene en cuenta solamente dos rasgos de los indicados inicialmente: la altura gingival (periodontitis) (P) y la transparencia radicular (T), sin destruir el diente.

En el artículo de Lamendin y cols., (1992) se describe que la muestra de trabajo incluyó 306 dientes unirradulares individuales, de 208 individuos de edad conocida (22-90 años), el sexo (135 hombres y 73 mujeres), y la raza (198 blancos y 10 negros). Las mediciones se realizaron en la superficie vestibular del diente completo sin

seccionarlo y no se requirieron equipos especiales. El análisis de regresión múltiple proporciona la siguiente ecuación: edad (años) = $0,18 \times P + 0,42 \times T + 25,53$. El error promedio entre la edad real y la estimada era de más o menos 10 años para la muestra de trabajo y de más o menos 8,4 años para una muestra de control compuesta por 45 casos forenses. Los incisivos superiores mostraron una mayor precisión que los otros dientes unirradiculares, y no hubo diferencias de precisión en sexo.

Método de Prince y Ubelaker (2002)

Estos autores crearon fórmulas de regresión específicas para subpoblaciones clasificadas como mujeres negras y hombres negros, mujeres blancas y hombres blancos. Toman en cuenta la aposición de cemento (C), la transparencia radicular (T) y la longitud de la raíz (RH).

El estudio de Prince y Ubelaker (2002) ponen a prueba la precisión de la técnica de Lamendin en una muestra más variada que la estudiada por el autor, utilizando una colección de esqueletos del Museo Nacional de Historia Natural del Smithsonian. La muestra se compone de 400 dientes de 94 mujeres de raza negra, 72 mujeres blancas, 98 hombre negros y 95 hombres blancos, de entre 25 y 99 años. El hecho de proporcionar resultados de una población diversa ayuda en el establecimiento de la validez de este método para ser utilizado en casos forenses, su propósito ideal. Los resultados sugieren que el método de Lamendin estima la edad con bastante precisión fuera de la muestra inicial del autor produciendo un error medio de 8,2 años, desviación estándar de 6,9 años y el error estándar de la media de 0,34 años. Además, cuando se toman en cuenta la ascendencia y el sexo, los errores medios se reducen para cada grupo.

Método de Rai y col., (2006)

Rai y cols., (2006) realizaron su estudio en población India, utilizaron básicamente los mismos indicadores de edad que Gustafson, excepto para la unión epitelial, en los que los cambios individuales se clasificaron utilizando una escala de 13 puntos (0, 0,25, 0,5, 0,75, 1, ..., 3). Las fórmulas para el cálculo de la edad, se presentan como una relación entre la suma de los valores puntuales (SPV), sin considerar la transparencia (SPV-T) y la edad, utilizando análisis de regresión. Obtuvieron un error absoluto medio de 4,95 años.

Métodos radiográficos

Método de Kvaal

Estudios anteriores habían demostrado que con la edad el tamaño de la cavidad de la pulpa dental se reduce como resultado del depósito de dentina secundaria, por lo que las mediciones de esta reducción se pueden usar como un indicador de la edad. El objetivo del estudio de Kvaal y cols., (1995), fue encontrar un método, que podría utilizarse para estimar la edad cronológica de un adulto, a partir de mediciones del tamaño de la pulpa en las radiografías dentales de toda la boca. El material consistió en radiografías periapicales de 100 pacientes que asistieron a las clínicas de la Facultad de Odontología en Oslo. Este método se basa en mediciones del tamaño de la pulpa, observado en las radiografías periapicales, de seis tipos de dientes, incluidos los incisivos centrales y lateral superior y el segundo premolar. La estimación de la edad depende del sexo y las mediciones son: la longitud de pulpa/raíz (P), longitud de pulpa/diente (R), diente/longitud de la raíz (T), ancho de pulpa/raíz en la unión cemento-esmalte (A), el ancho de pulpa/raíz en el punto medio entre los niveles C y A, la anchura de pulpa/raíz a la mitad de la raíz (C), la media de los valores de todas las relaciones excepto T (M), el valor medio de las medidas B y C (W) el valor medio de las longitudes P y R (L) (Willems 2001). Con todas las medidas anteriores crearon

ecuaciones de regresión con la edad como variable dependiente, dos predictores y el sexo como variables independientes. Llegaron a la conclusión de que este método puede ser una técnica no invasiva para la estimación de la edad de los adultos, tanto vivos como muertos, en el trabajo forense y en los estudios arqueológicos, pero advierten que el método debe ser probado en una muestra independiente. En un trabajo reciente Limdiwala y Shah (2013), utilizaron este método en una muestra de 150 radiografías panorámicas y obtuvieron una diferencia entre edad estimada y edad cronológica de 8.3 años. Concluyen que la precisión de este método depende de la precisión de las mediciones y de la calidad las radiografías.

Método de Cameriere

Cameriere y cols., (2007a) llevaron esta investigación a cabo, para examinar la posible aplicación de la relación de área de pulpa / diente, en imágenes periapicales, como un indicador de la edad. Utilizaron un total de 200 radiografías periapicales de los caninos superiores e inferiores, tomadas a esqueletos de 57 hombres y 43 mujeres de origen caucásico, con edades comprendidas entre 20 y 79 años, pertenecientes a la colección osteológica Frassetto de Sassari (Cerdeña), que se encuentra en el Museo de Antropología del Departamento de Biología Experimental y Evolucionista de la Universidad de Bolonia.

Evalúan la madurez dental mediante la medición del área de pulpa / diente en caninos, creando ecuaciones de regresión correspondientes al canino inferior (x 2) superior (x 1) y combinados (x1x2). El análisis estadístico se realizó con el fin de obtener fórmulas de regresión múltiple para el cálculo de edad dental, con la edad cronológica como variable dependiente, y el sexo, y el canino superior y caninos inferiores como variables independientes.

Revisión de la bibliografía

Ecuación de regresión.

$$\text{Edad} = 114,624 - 431,183 x_1 - 456,692 x_2 + 1798,377 x_1x_2$$

El análisis de regresión por pasos, mostró que el sexo no contribuyó de manera significativa al ajuste ($p = 0,881$), mientras que las variables x_1 y x_2 y la interacción de primer orden entre ellos lo hicieron. Estas dos variables explicaron 92,5 % de las variaciones en la estimación de la edad cronológica y el error estándar residual fue de 4,06 años. Por último, se obtuvieron dos ecuaciones de regresión lineal simple para la estimación de la edad utilizando caninos del maxilar y la mandíbula por separado. Cuando sólo se considera el canino inferior, la ecuación de regresión se puede escribir de la siguiente manera: $\text{Edad} = 89,456 - 461,873 x_1$. Cuando se incluye sólo el canino superior, la ecuación se convierte en $\text{Edad} = 99,937 - 532,775 x_2$

Ambos modelos, explicaron 86 % de las variaciones en la edad cronológica estimada y permite una estimación de la edad en la muerte con un error estándar residual de alrededor de 5,4 años.

En estudios posteriores Cameriere y cols., (2007b y 2009) prueba su método ampliando las proyecciones radiográficas periapicales para comprobar que obtiene buenos resultados aplicando la fórmula de regresión lineal que construye. En el segundo trabajo amplía la muestra y la compara con la inicial concluyendo que se puede aplicar el modelo de regresión creado a ambas poblaciones indistintamente y obtener resultados fiables de predicción de edad.

Bioquímicos

Racemización del ácido aspártico

Es un método para la estimación de edad, basado en las modificaciones de las proteínas que forman parte de los huesos y los dientes. Las moléculas de aminoácidos, como el ácido aspártico, existen en dos estructuras tridimensionales alternativas, el L-enantiómero y el D-enantiómero. Todos los aminoácidos en las proteínas de origen animal se forman como L-enantiómero, pero poco a poco una proporción cambia espontáneamente a D-enantiómero en el proceso conocido como racemización. Este proceso es altamente dependiente de la temperatura y la degradación de las proteínas puede liberar aminoácidos libres, con una tasa de racemización diferente a los aminoácidos unidos a proteínas. Por lo tanto, las dataciones basadas en aminoácidos deben ser calibrados con radiocarbono (Hillson 1996; Alkass y cols., 2010).

La racemización sucede rápidamente a la temperatura corporal y se acumulan cantidades detectables de D-enantiómero durante la vida. Según Masters y Badat (1975) alrededor de 8% de ácido aspártico total en el esmalte será D-enantiómero después de 60 años, por lo que es posible en algunos casos utilizarlo para estimar edad.

Para efectuar este método primero se desmineralizan las raíces del diente. Después, se debe limpiar con ClNa y etanol antes de congelarlo. Para analizar, se necesita la derivación y la cromatografía de gas en laboratorios especializados (Gillard y cols., 1990). Estos análisis especiales, se efectúan bajo un nivel altísimo de sistematización y estandarización. Como límites para esta metodología se advierten la descomposición de los dientes y los huesos por calor o ácidos. Además, el tiempo de enterramiento influye negativamente en la constitución de las proteínas (Waite y cols.,

Revisión de la bibliografía

1999; Fernández y cols., 2009). Ritz Timme y Collins (2002) comentan en su artículo, que la racemización en vivos, puede aumentar en condiciones patológicas del.

envejecimiento, como por ejemplo, aterosclerosis, enfisema pulmonar etc., y recomienda que se profundice más en este tema.

Estudio del desarrollo dental

Piqueras y cols., (2003) coinciden con otros autores en que el largo período de desarrollo de la dentición, permite que los datos de estos acontecimientos puedan ser empleados para la estimación de la edad cronológica dentro del intervalo de tiempo comprendido entre, el inicio y el momento en que se completan el acontecimiento o acontecimientos que se elijan.

Para esto, se han creado dos grandes grupos de métodos: los basados en la formación y mineralización, y los basados en la cronología de la emergencia. Los primeros ofrecen ventajas sobre los segundos, principalmente porque que son sucesos de progresión continua, aunque sean valorados como etapas discretas ordinales, que progresan en uno o varios dientes y que pueden, algunos de ellos, aplicarse aun en denticiones incompletas por agenesia o algún tipo de pérdida de piezas dentarias. Los basados en el número de dientes emergidos son sencillos ya que la obtención de los datos se realiza con solo un vistazo de la cavidad bucal sin, necesidad de radiografías, como en el anterior.

Métodos de estudio de la maduración dental y estimación de edad

Como ya se ha mencionado, se han propuesto multitud de métodos para el análisis y evaluación de la mineralización dentaria. Debido a su heterogeneidad y diferencias en cuanto a planteamiento metodológico resulta muy complicado hacer

comparaciones directas entre los diferentes métodos. A continuación, realizamos un resumen de los principales métodos descritos en la literatura.

Principales métodos de evaluación de madurez y estimación de edad basados en estudios poblacionales. Forma de observación: radiografías.

Método de Nolla

Carmen Nolla en 1960, publicó un estudio en el que describe los diferentes estadios de calcificación de los dientes permanentes. El material utilizado en este estudio consiste en Rx seriadas de 25 niños y 25 niñas obtenidas de los archivos de El laboratorio de Desarrollo Infantil de la Universidad de Michigan.

Cada juego de radiografías incluye aletas de mordida derecha e izquierda, oclusales maxilares y mandibulares y periapicales derechas e izquierdas maxilares de los dientes posteriores. Fueron hechas y procesadas por los técnicos en el departamento de Radiología de la Escuela de Odontología, Universidad de Michigan. El número total de Rx de niñas fue de 1746 y 1656 de niños. El rango de edad del grupo estudiado fue: promedio de edad de inicio y final en niñas: 4,6 – 16,51 y promedio de edad de inicio y final en niños: 5,69 – 16,81.

Los objetivos del estudio fueron: 1) organizar una técnica para detallar la evolución del desarrollo de los dientes permanentes según las observaciones de las radiografías, 2) construir normas (tablas y gráficos) en los que poder mostrar el promedio del desarrollo de los dientes individuales de chicos y chicas, 3) preparar tablas de desarrollo de los dientes permanentes lo que permitirá la interpretación las diferencia individuales en el crecimiento dental por el método de la unidad edad, 4) obtener información relativa a cantidad y tipo de variaciones que aparecen en el crecimiento de los dientes permanentes, 5) contribuir al conocimiento de las

Revisión de la bibliografía

diferencias en el desarrollo dental de niños y niñas, 6) reconstruir evidencias previas, con sus errores de muestreo y omisiones, en un sistema teórico de las normas de desarrollo para los dientes permanentes desde el principio hasta el final.

Describe 10 estadios de maduración, que irían del estadio 0, en el que no se aprecia signo de calcificación, al estadio 10 en el que tendría lugar el cierre apical. Los estadios descritos son

0. Ausencia de cripta.
1. Presencia de cripta.
2. Calcificación inicial.
3. 1/3 de corona completo.
4. 2/3 de corona completo.
5. Corona casi completa.
6. Corona completa.
7. 1/3 de la raíz completa.
8. 2/3 de la raíz completo.
9. Raíz casi completa. Ápice abierto.
10. Cierre apical completo.

También en este caso la autora aporta gráficos de los diferentes estadios, describe a partir de los datos obtenidos curvas y tablas de maduración, en las que se especifican las edades de aparición de los diferentes estadios en cada uno de los dientes maxilares y mandibulares.

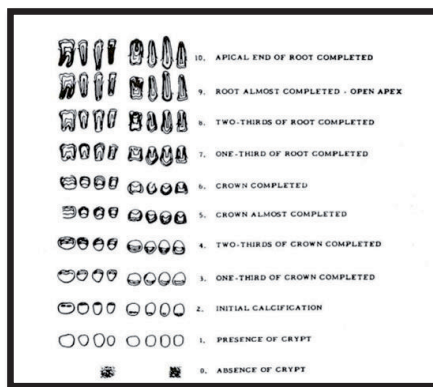


Figura 11 Estadios de desarrollo dental según Nolla (1960).

Cada conjunto de evaluaciones de observación se resume de forma individual, tanto gráfica como numéricamente, y proporcionó material para mostrar el crecimiento de los dientes de cada persona y los valores numéricos para la tabulación de las escalas de edad dental. Encuentra pocas diferencias entre los dientes de derecha e izquierda de la misma clase. No observó diferencias significativas en la tasa de desarrollo entre hombres y mujeres, sin embargo en las chicas comenzó el

Revisión de la bibliografía

desarrollo dental antes y terminó antes. El resumen estadístico de la evolución individual de los dientes ha permitido la elaboración de escalas detalladas relacionadas con la edad de crecimiento que facilitan la aplicación de los resultados clínicos.

De igual modo se describe un método para, a partir del análisis anteriormente descrito del desarrollo dentario, obtener la edad dental del paciente. Para ello define unas tablas en las que, a partir de la suma del estadio en que se

encuentren los 7 dientes mandibulares izquierdos, los 7 dientes maxilares izquierdos o los 14 dientes maxilares y mandibulares izquierdos, se transferirá a una tabla en la que se obtendrá la edad aproximada del individuo. Para más detalle de estas tablas recomiendo revisar el artículo de Nolla (1960).

Método de M-F-H (Moorrees y cols., 1963 a y b)

El propósito del estudio fue proporcionar normas estandarizadas de la formación de diez dientes permanentes, es decir, los incisivos superiores y los ocho dientes de la mandíbula. Los resultados proporcionan las edades del logro de catorce etapas arbitrariamente seleccionados de desarrollo de los dientes y las variaciones observadas entre el grupo estudiado. Además de describir un proceso de desarrollo, que sirve para determinar el ritmo de cada niño individualmente, expresa el grado de avance o retraso por medio de puntuaciones estándar.

Estudiaron el desarrollo de los incisivos centrales y laterales maxilares y mandibulares, a partir de radiografías intraorales de un total de 134 niños, 48 hombres y 51 mujeres de la Escuela de Salud Pública de Harvard. Las condiciones impuestas por la Segunda Guerra Mundial hicieron imposible la observación de individuos de 10 años, por lo que la finalización de la formación de la raíz de los caninos, premolares y segundos y terceros molares no fue posible y por eso se utilizó el material del Instituto

de Investigación Fels de Yellow Spring, Ohio. La muestra consistía en radiografías laterales u oblicuas de 110 niños y niñas que fueron seleccionados para el análisis de los dientes posteriores inferiores. También se evaluó en esta muestra la resorción radicular de canino y molares deciduos. Los dientes posteriores superiores no se han estudiado ya que no pueden ser claramente identificados en las radiografías laterales de la mandíbula, debido a la superposición de imágenes en esta zona.

El desarrollo dental se determinó mediante la inspección de las radiografías y la asignación de una puntuación de acuerdo con las etapas consecutivas definidas en la Figura 2 para dientes unirradiculares, y en la Figura 3 para dientes multirradiculares.

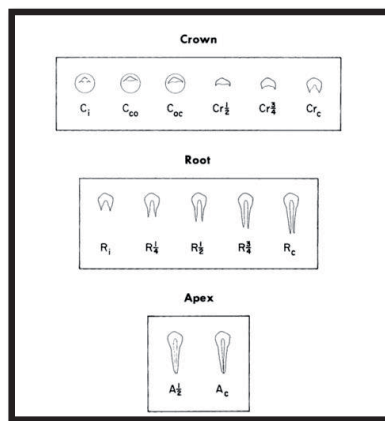


Figura 12 Etapas de desarrollo dental para dientes unirradiculares. Según Moorrees y cols., (1963).

Revisión de la bibliografía

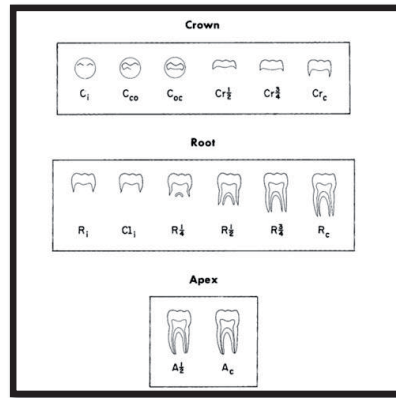


Figura 13 Etapas de desarrollo dental para dientes multirradiculares. Según Moorrees y cols., (1963a). (se observa en esta imagen que en el dibujo correspondiente a la etapa Cl_i le falta una pequeña figura lineal indicativa del comienzo de mineralización de la furca).

Tabla 2 Códigos para descripción de etapas de desarrollo

Formación cuspídea inicial	i
Fusión de las cúspides	co
Contorno cuspídeo completo	oc
Media corona completa	r1/2
¾ de corona completa	r3/4

Revisión de la bibliografía

Corona completa	rc
Formación radicular inicial	i
Formación inicial de furca	li
¼ de largo de la raíz	1/4
½ de largo de la raíz	1/2
¾ de largo de la raíz	3/4
Largo de la raíz completo	c
Mitad de ápice cerrado	1/2
Ápice cerrado	c

Trabajaron con la distribución de frecuencia acumulativa, obteniendo la edad a la que se alcanza una etapa de formación dental, contando el número de niños de una edad determinada que habían alcanzado o superado esa etapa y dividiéndolo entre el número de niños examinados a esa edad (solo presentaron gráficos).

Revisión de la bibliografía

Los porcentajes de logro se convirtieron en desviaciones normales haciendo referencia a una tabla. Las edades se transformaron en logaritmos de edad gestacional, con base en un período de gestación de nueve meses. Una pendiente común para las líneas de logro de todas las etapas de todos los dientes confirmada por el trazado de las frecuencias acumuladas de los datos actuales sobre el papel de probabilidad aritmética. Determinaron la edad media para el logro de cada etapa haciendo un promedio de estas estimaciones. Posteriormente, estas edades medias se transformaron en la edad cronológica y también calcularon la desviación estándar.

Los gráficos fueron diseñados para expresar formación de los dientes de un niño en particular directamente en términos de resultados estándar. Estos valores se leen en el desarrollo de cada diente por separado, para facilitar la comparación de la maduración de los dientes diferentes en el mismo niño.

Determinaron y presentaron de forma grafica la cronología de la formación de los dientes de los dientes posteriores mandibulares y maxilares permanentes (C-M3) y los incisivos inferiores. Los gráficos fueron diseñados, específicamente, para la determinación de la maduración dental de un niño, individualmente para cada diente por separado. Para más detalle de los gráficos para uso de este método recomiendo revisar el artículo de Moorrees y cols., (1963 a).

Harris y Buck (2002) apuntan que una dificultad técnica en los estándares de Moorrees-Faning-Hunt (M-F-H) (Moorrees y cols., 1963 a y b) es que la información fue publicada solo en formato gráfico y no estuvo soportada por tablas de estadísticas descriptivas. Esto obligó, a los usuarios, a construir gráficos de cada uno de sus casos lo cual era tedioso e impráctico si el tamaño de la muestra era grande y aun requería interpolación de la gráfica a valores numéricos de edad dental.

Panchbhai (2011) sugiere que este método tiene una dificultad importante al contar con tantas etapas intermedias, esto complica definir dónde acaba una y comienza la otra.

Método de Demirjian

El propósito del estudio de Demirjian y cols., (1973) fue crear un método de estimación de madurez dental general o edad dental, por medio de una puntuación basada en las etapas observadas en cada diente. Se guiaron por el método que describe Tanner y cols., (1972) en relación con la maduración y edad esquelética. Dan a cada hueso o diente, una puntuación en función de su etapa de desarrollo. Todos los valores se suman para dar una puntuación total de la madurez que se puede convertir directamente en una edad dental mediante una tabla apropiada de los estándares.

Utilizan para su estudio un total de 2928 radiografías panorámicas, correspondientes a 1446 niños y 1482 niñas con edades comprendidas entre los 2 y los 20 años. Seleccionan radiografías de niños sanos sin alteraciones del desarrollo y con la dentición permanente completa. Otro criterio de inclusión es que los niños sean de origen franco-canadiense (padres y abuelos).

Los autores justifican el uso de radiografías panorámicas, frente a radiografías periapicales porque son más sencillas de realizar que las intraorales en niños de menor edad, la radiación es menor y la imagen de la región mandibular sufre menos distorsiones. Afirman que, aunque se produce entre un 3 y un 10% de elongación en la región mandibular, no supone un inconveniente ya que el sistema propuesto para determinar el estadio de cada diente se basa en criterios de forma, por lo que las distancias o longitudes absolutas no son tenidas en cuenta. Las radiografías son analizadas por cuatro examinadores calibrados, que determinan el estadio de

maduración de cada uno de los siete dientes mandibulares izquierdos siguiendo siempre el mismo orden de distal a mesial. Definen en la metodología que el

análisis debe realizarse a ojo. Inicialmente utilizaron los 14 dientes de la mandíbula, pero al analizar las desviaciones estándar en ambos métodos (el de 7 dientes y el de 14 dientes) se dieron cuenta que la diferencia no era importante y decidieron trabajar solo con los siete dientes de la arcada izquierda (Demirjian y cols., 1973).

Los estadios de maduración dentaria descritos por Demirjian son ocho (A-H), yendo desde el inicio de calcificación al cierre apical. Establece criterios escritos muy precisos, detallando cada estadio, apoyando esta descripción con dibujos esquemáticos, tomando en cuenta que en la valoración primarán siempre los criterios escritos.

Asignación de las calificaciones

Los dientes permanentes mandibulares se analizan en el siguiente orden: segundo molar, primer molar, segundo premolar, primer premolar, canino, incisivo lateral, incisivo central. Todos los dientes son calificados en una escala de A a H. La calificación se asigna siguiendo cuidadosamente los criterios escritos para cada etapa, y comparando el diente con los diagramas y fotografía de las radiografías dadas en el dibujo presentado por Demirjian y cols., (1973) (Figura 4). Las ilustraciones sólo deben utilizarse como una ayuda, no como la única fuente de comparación. Para cada etapa hay uno, dos o tres criterios escritos a), b), c). Si sólo se da un criterio este debe cumplirse en la observación, y si se dan dos criterios, basta con que el primero se haya logrado, y si se dan tres criterios, los dos primeros deben cumplirse. En cada etapa, además de los criterios para esa etapa se deben cumplir los criterios de la etapa anterior. En los casos dudosos siempre se asigna la etapa anterior. No hay medidas absolutas que deben adoptarse. Un compas es suficiente para comparar la longitud

relativa (corona / raíz). Para determinar el cierre del ápice no es necesario usar lupa, las observaciones y calificaciones deben hacerse a simple vista.

La altura de la corona se define como la distancia máxima entre el pico más alto de las cúspides y la línea amelocementaria. Cuando las cúspides bucal y lingual no están en el mismo nivel, el punto medio entre ellas se considera como el punto más alto.

Los estadios propuestos por el autor son los que siguen (Figura 4).

Si no hay signo de la calcificación, se le da la calificación 0; la formación de cripta no se toma en consideración.

A. En dientes uni y multirradiculares se aprecia un comienzo de calcificación en la zona superior de la cripta con forma de conos. No existe fusión entre éstos.

B. La fusión de los puntos de calcificación forma una o varias cúspides que se unen para conformar una superficie oclusal regular.

C.

a. La formación de esmalte está completa en la superficie oclusal. Se aprecia su extensión y convergencia hacia la región cervical.

b. Comienza a verse el depósito de dentina.

c. El contorno de la cámara pulpar tiene forma curva en el borde oclusal.

Revisión de la bibliografía

D.

a. La formación de la corona se ha completado hasta la unión amelocementaria.

b. El borde superior de la cámara pulpar en los dientes unirradiculares tiene forma curva, siendo cóncava hasta la región cervical. La proyección de los cuernos pulpares, si están presentes, dan al contorno pulpar el aspecto de un paraguas. En molares la cámara pulpar tiene forma trapezoidal.

c. El comienzo de la formación radicular se aprecia como una espícula.

E.

Dientes unirradiculares

a. Las paredes de la cámara pulpar forman líneas rectas cuya continuidad se ve rota por la presencia del cuerno pulpar, que es mayor que en el estadio previo.

b. La longitud radicular es menor que la altura de la corona.

Molares.

a. La formación inicial de la furca se aprecia como un punto calcificado con forma semilunar.

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

F.

Dientes unirradiculares

a. Las paredes de la cámara pulpar forman ahora un triángulo isósceles. El ápice acaba en forma de embudo.

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

Molares

a. La zona calcificada en la furca se ha desarrollado pasando de la forma semilunar a dar a las raíces una silueta más definida con acabado en forma de embudo.

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

G.

a. Las paredes del canal radicular son ahora paralelas y el ápice aún está parcialmente abierto (raíz distal en molares).

H.

a. El ápice está totalmente cerrado (raíz distal en molares).

b. La membrana periodontal tiene una anchura uniforme alrededor de la raíz y el ápice.

Revisión de la bibliografía

A partir del análisis de todas las radiografías panorámicas los autores construyeron tablas de maduración y percentiles de maduración dentaria en lo que se relacionaba cada estadio de cada diente con una edad de aparición concreta. Lo que permitió elaborar un sistema a partir del cual se analizaban los siete dientes permanentes mandibulares izquierdos, dándole una puntuación específica a cada diente en función del estadio en que se encontrase. Sumando las puntuaciones totales se trasladaban a la tabla de maduración específica para cada sexo y se obtenía la edad dentaria del paciente en cuestión. Demirjian y cols., (1980) en un estudio posterior actualizan y modifican las tablas de maduración en base a nuevos datos y una muestra más amplia.

El método de Demirjian es uno de los más usados, según referencia de la literatura, para estimación de edad mediante la maduración dental. Pero se ha comprobado por muchos autores que sobreestima la edad cronológica en las poblaciones en las que se prueba (Liversidge y cols., 1999a; Willems 2001; Weddel y Hartsfield 2001; Bolaños y cols., 2000; Leurs y cols., 2005; Maber y cols., 2006; Tunc y Koyuturk 2008; Al-Emran 2008; Cruz-Landeira y cols., 2010; Galić y cols., 2011; NikHussein y cols., 2011; Flood y cols., 2013; Abesi y cols., 2013).

Algunos autores han adaptado el método de Demirjian para hacerlo un buen predictor de edad en su población de estudio (Leurs y cols., 2005; Al-Emran 2008; Galić y cols., 2011; Nik-Hussein y cols., 2011; Sukhia y cols., 2012).

Liversidge y cols., (1999a), creen que la sobreestimación que se evidencia en la aplicación del método de Demirjian en poblaciones diferentes, puede explicarse en parte por una tendencia secular positiva en el crecimiento y desarrollo durante los últimos 25 años.

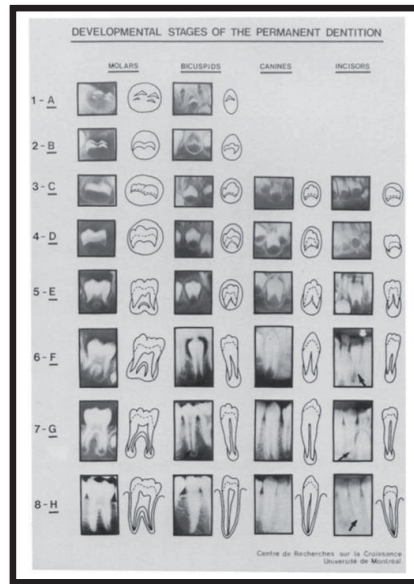


Figura 14 Etapas de desarrollo dental según Demirjian y cols., (1973).

Método de Anderson. (Anderson – Thompson – Popovitch ATP)

Anderson y cols., en 1976, realizan un estudio longitudinal sobre una muestra de 121 hombres y 112 mujeres desde los 3 años de edad procedentes de Burlington Growth Centre, perteneciente a la facultad de Odontología de la Universidad de Toronto, Canadá. La muestra estuvo compuesta por niños caucásicos principalmente de origen anglosajón. El observador registró la etapa de mineralización en la que se encontraba cada diente de las cuatro hemiarquadas dentales incluyendo los terceros molares examinando radiografías panorámicas y utilizó como referencia las etapas de Moorrees y cols., (1963a) a las que les dio una numeración para identificarlas del 1 al 14.

Revisión de la bibliografía

Al determinar un cambio de una etapa de un registro a otro, calcularon que el cambio había tenido lugar a medio camino entre la primera y la segunda observación. El punto medio entre las edades cronológicas, de los primeros y segundos registros, se tomó como la edad de la primera aparición de esa etapa en ese diente en particular. Cuando se produjo un cambio de dos etapas entre los registros u observaciones, el incremento del intervalo fue tomado como un tercio de la diferencia entre los primeros y segundos registros. De esta manera fue posible derivar una edad cronológica para la primera aparición de dos fases diferentes para cualquier diente. El mismo método se utiliza cuando hay varios cambios de etapa entre los registros. Se determinaron la edad media y la desviación estándar para cada etapa de mineralización de cada uno de los 16 dientes para cada sexo. De lo realizado anteriormente concluyen que sus datos son más completos que cualquier otro previamente disponible y pueden ser aplicados a determinar la edad cronológica de los menores de edad indefinida y en muestras de investigaciones antropológicas y forenses. Los sexos difieren en la edad a la que alcanzan las etapas de mineralización y los caninos son en los que muestran la mayor diferencia. No encontraron diferencias en las edades en etapas idénticas entre maxilar y mandíbula. La variabilidad en la edad fue mayor entre los hombres, sobre todo en los primeros premolares, y aumenta con la edad a excepción de en los terceros molares. La variabilidad en la edad de la mineralización del tercer molar fue mayor en las mujeres y disminuyó en ambos sexos en las últimas etapas de la formación de raíces.

De esta manera crearon tablas de edad de consecución de una etapa de mineralización para cada diente. En las que se ven representadas la edad media y la desviación estándar para cada diente en cada etapa, separando mujeres de hombres y maxilar de mandíbula.

Para más detalle de estas tablas revisar el artículo Anderson y cols., (1976).

Método de Haavikko

Karina Haavikko, en 1970, realiza un estudio de tipo transversal en el que trabaja con una muestra de 885 radiografías de niños en edades comprendidas entre 2 a 13 años, obtenida de un centro educativo de Helsinki y de pacientes infantiles del Instituto de Odontología de la Universidad de Helsinki. Utiliza las etapas de mineralización de MFH Moorrees y cols., (1963a) y realiza el cálculo de edad mediante función de distribución acumulativa, es decir la edad a la cual el 50% de los pacientes han alcanzado una etapa se toma como la “edad de logro de una etapa” (Smith 1961). En 1974 elabora un método basado en la evaluación de cuatro dientes de referencia y en el reconocimiento de 12 estadios radiográficos (elimina dos etapas de formación para simplificar y porque funcionaba mejor en su muestra) para cada diente.

El objetivo de este último estudio fue investigar cómo es posible hacer estimaciones reales de la edad de formación dental, usando solo algunos dientes seleccionados. Los estadios de formación son transformados a una edad dental con la ayuda de las tablas. La edad cronológica es entonces calculada como la media de todas las estimaciones. Los dientes de referencia son los siguientes: primer molar, canino e incisivo central superiores e inferiores derechos y segundo molar, primer premolar inferior e incisivo lateral inferiores derechos. Se seleccionaron dientes por periodo de edad y se estudiaron en dos grupos: desde el nacimiento hasta los 9 años el primer grupo y de los 10 años en adelante el segundo grupo. Esta selección de dientes por grupo de edad se realizó en base a la variabilidad de dichos dientes y ésta se calculó de acuerdo a la magnitud del rango medio de las distribuciones de edad de sus etapas de formación.

Método de Gustafson y Koch

Gustafson y Koch (1974) crearon un diagrama de desarrollo dental basándose en muchos estudios publicados, combinando figuras para chicos y chicas y estudios histológicos y radiográficos. Su objetivo fue crear un diagrama simple para la determinación de la edad, con triángulos que muestran los rangos de edad desde el comienzo de la mineralización, cuando se completan la corona y la raíz. El vértice de cada triángulo da una indicación de la edad media. Incluyen una prueba de estimación de edad basada en las radiografías de 41 niños, la evaluación de la fase de desarrollo para cada diente, colocando una regla a través del diagrama y ajustándolo hasta que encontraron exactitud.

La diferencia entre la edad verdadera y la edad calculada estaba en su mayoría dentro de los dos meses.

Otros autores como Liversidge (1994) que han usado esta técnica han encontrado errores similares aunque también reportan alta variabilidad en pruebas intra e inter observador. A pesar de su subjetividad, el método de Gustafson y Koch a menudo funciona bien. Según Hillson (1996) es útil para estimaciones de edad en material antropológico. Este autor dice que su eficacia se basa en el ajuste, en la gran cantidad de estudios que abarca y los años de experiencia forense de los autores que lo construyeron, a mi parecer bastante subjetiva también esta opinión.

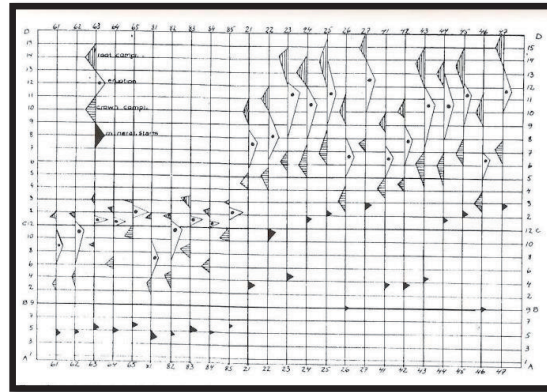


Figura 15 Diagrama de formación dental de Gustafson y Koch (Hillson 1996).

Método de Cameriere.

Cameriere y cols., (2006 y 2007 a y b) proponen un método para analizar la maduración dentaria, dirigido al posterior cálculo de la edad cronológica, y basado en el análisis del desarrollo de los ápices. Utilizan para esto la evaluación y medición mediante radiografías panorámicas de 7 dientes permanentes mandibulares izquierdos.

La muestra constó de 455 los niños blancos italianos (213 chicos, 242 chicas) de edades comprendidas entre 5 y 15 años.

El propósito, de la investigación, fue el de presentar un método para evaluar la edad cronológica sobre la base de la relación entre la edad y la medición de los ápices abiertos en los dientes.

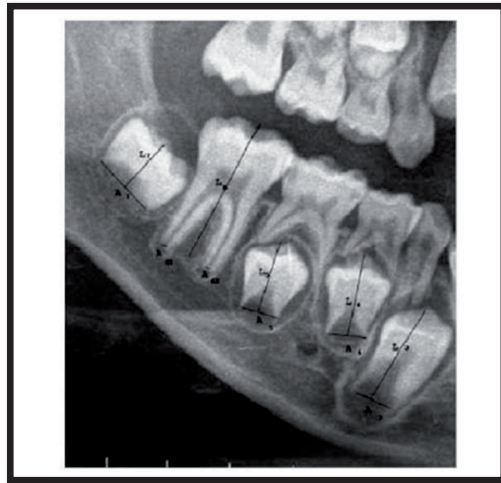


Figura 16 Medidas de ápices abiertos de dientes en formación
(Cameriere y cols., 2006).

Midieron la distancia entre las caras internas del ápice en dientes unirradiculares ($A_i, i=1, \dots, 5$). En dientes multirradiculares se suman ambas distancias entre las caras internas de los ápices ($A_i, i=6, 7$). Para compensar las posibles discrepancias debidas a la magnificación y angulación de los rayos X los autores normalizan las mediciones dividiendo entre la longitud radicular ($L_i, i=1, \dots, 7$).

Finalmente la maduración dentaria se evalúa utilizando las mediciones normalizadas de los siete dientes permanentes mandibulares izquierdos ($x_i = A_i / L_i, i=1, \dots, 7$), la suma de los dientes con ápices abiertos (s) y el número de dientes con el desarrollo radicular completo (N_0).

Mediante una fórmula de regresión lineal, se muestran las relaciones entre el estado de desarrollo de los ápices de los dientes evaluados y las otras variables, encontrando relaciones significativas entre la edad y los ápices tanto abiertos como cerrados.

Posteriormente Cameriere y cols., (2007a,b) ampliaron la muestra en niños de diferentes ciudades europeas. La muestra fue de 2.652 niños caucásicos europeos (1.382 niños, 1.270 niñas) de edades comprendidas entre 4 y 16 años. De esta manera lograron la creación de una fórmula más precisa. En 2009 Rai y colaboradores, probaron este método en una población de Haryana (la India) y concluyeron que es un método que no funciona bien en individuos de esta etnia y que para aumentar la precisión debería utilizarse junto a otros métodos

Método de Kullman

Kullman y cols., (1992, 1995, 1996), propusieron un método de estimación de edad dental utilizando los terceros molares mandibulares izquierdos y derechos observados a través de radiografías panorámicas. Estudiaron los Rx de 677 adultos jóvenes, 323 niños y 354 niñas en edades comprendidas de 15 a 25 años obtenidas del departamento de Radiología Oral de Huddinge, Sweden, utilizando como criterio de selección que los niños tuvieran nombre escandinavo.

El objetivo de este estudio fue examinar con precisión el desarrollo de las raíces del tercer molar mandibular para estimar la edad cronológica de un individuo.

Para evaluar la formación radicular se establecen 7 etapas descritas de forma gráfica y escrita (Figura 5):

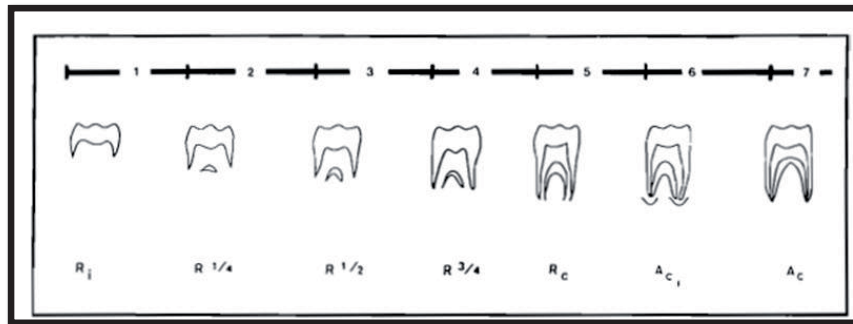


Figura 17 Clasificación de las diferentes etapas de formación de la raíz de los terceros molares. (Tomado de Kullman y cols., 1992).

- Ri-R1/4 o 1: Se ha iniciado el desarrollo radicular pero menos de $\frac{1}{4}$ de la longitud radicular estimada se habrá formado.
- R1/4-R1/2 o 2: Se ha formado $\frac{1}{4}$ o más de la longitud total estimada de la raíz, sin que aún se haya llegado a la mitad de la longitud estimada de la raíz.
- R1/2-R3/4 o 3: Se ha formado la mitad o más de la longitud estimada de la raíz sin llegar a los $\frac{3}{4}$.
- R3/4-Rc o 4: Se han formado $\frac{3}{4}$ o más de la longitud total estimada de la raíz, pero aún no se ha completado el desarrollo radicular.
- Rc-Aci o 5: Se ha completado la formación longitudinal de la raíz pero aún no ha comenzado el cierre apical.

- Aci-Ac o 6: Se ha iniciado el cierre apical pero el ápice aún no está cerrado.
- Ac o 7: El ápice está totalmente cerrado, el desarrollo radicular está completo.

En este estudio, calcularon la edad media y las desviaciones estándar de el inicio de las diferentes etapas del tercer molar. Establecen las edades medias de aparición de cada uno de los estadios (utilizando el intervalo de confianza de 95%), diferenciando por sexos, lo que permitirá posteriormente la aplicación del método en otros individuos para el cálculo de la edad.

Los autores advierten que hay muchas posibilidades de error en este método. Algunas surgen, como en todos los métodos radiográficos, por el equipo de obtención y la técnica, otras por la subjetividad del observador (error intra e interobservador) y la más importante en este caso, por tratarse de un método que utiliza terceros molares, se deriva de la variabilidad biológica de este diente en particular que es muy alta como se ha demostrado en diferentes estudios (Levesque y cols., 1981; Kullman y cols., 1995; Harris 2007; Prieto y cols., 2005; Prieto 2008).

Proponen que se utilicen mediciones, obtenidas digitalmente, de la longitud de las raíces y que se comparen con el tamaño medio de diferentes poblaciones estudiadas o que se relacionen directamente en mm con edad cronológica.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

Justificación

La edad dental puede basarse en el desarrollo o en la erupción dental.

Al principio la mayoría de los estudios se basaron en la observación del tiempo de emergencia del diente en la encía, un evento único y limitado por su corta duración en cada diente, en comparación con la maduración dental que ofrece la ventaja de la continuidad de los acontecimientos durante toda la etapa de crecimiento de un individuo desde su etapa prenatal hasta los 20 años aproximadamente.

La precisión de las estimaciones basadas en las secuencias de erupción es baja. La correlación entre las etapas de formación de un diente y la edad cronológica de un individuo ha sido evaluada en muchos estudios y de una diferencia de ± 5 años ha ido mejorando hasta alcanzar valores de ± 2 años aproximadamente.

En hacer cada vez menor esta diferencia entre edad dental y edad cronológica se basan la mayoría de los estudios actuales sobre estimación de edad.

En los humanos, y en biología en general, la variabilidad es la regla. Es evidente, que niños de la misma edad cronológica muestran niveles de madurez diferentes, por esto las estimaciones no pueden ser exactas.

Dada la variabilidad interindividual, el problema suele estar en la determinación de los intervalos de estimación ya que no se puede pretender hacer estimaciones puntuales con exactitud. Este es el aspecto en que pretendemos probar un nuevo enfoque.

Revisión de la bibliografía

Ante la necesidad de estimaciones exactas, surge el planteamiento de crear un modelo para el cálculo de edad dental, de uso práctico y efectivo, sobre todo en individuos vivos, del que poder obtener una edad lo más cercana a la edad cronológica que tiene o tenía el individuo al momento de realizarle la radiografía panorámica de la que se obtiene el perfil de maduración.

Objetivo general

Crear un método para la estimación de la edad cronológica en individuos españoles menores de 20 años.

Objetivos específicos

Obtener la edad de aparición de las etapas de desarrollo como edad media de los niños que están en cada etapa.

Obtener una ecuación para estimar la edad cronológica de un individuo en función de su desarrollo dental.

Validar la capacidad predictiva de dicha ecuación.

Calcular el error de estimación y, en base a este error, establecer un intervalo de estimación y valorar su utilidad.

MATERIAL Y MÉTODO

MATERIAL Y METODO

Diseño

El diseño del estudio fue descriptivo y transversal (o seccional) y analítico.

Muestra

La muestra está constituida por 1929 radiografías panorámicas, previas a tratamiento, obtenidas de los archivos de 3 clínicas de Ortodoncia y Odontopediatría de Sevilla y Valencia. Los pacientes a los que pertenecen contaban entre 3 y 25 años de edad cronológica y según la historia clínica previa, eran niños sanos.

Posteriormente, se realizó una selección de esta gran muestra descartando aquellas en las que no fuera posible visualizar con detalle todas las características presentes en una radiografía panorámica habitual. El otro criterio de exclusión fue el rango de edad, solo utilizamos los que constaban entre 3 a 20 años de edad cronológica para lo que se calculó la edad decimal como diferencia entre la fecha de nacimiento y la fecha en la que se realizó la radiografía.

Finalmente 1915 radiografías panorámicas fueron observadas detenidamente, de los cuales 90 (4,7%) presentan algún tipo de agenesia (CA) por lo que se han desechado de la muestra que será analizada cuyo tamaño es de $n= 1.815$ individuos con dentición completa (DC) (94,8%) será la representativa para el análisis en este estudio.

Para la elaboración del modelo estadístico de estimación de la edad cronológica se dividió la muestra DC en dos grupos: el GRUPO I (Modelo 1) constituido por los individuos más jóvenes en el que se incluyen el desarrollo dental de las piezas del 3.1 al 3.7 y el GRUPO II (Modelo 2) constituido por individuos mayores en el que se toma en cuenta el desarrollo del 3.7 y el 3.8. Para segmentar la muestra se da a cada grupo de edad el porcentaje de individuos que han alcanzado el grado máximo H de

Material y método

desarrollo de cada diente. El modelo final se construye a partir de un modelo inicial saturado (con todos los factores e interacciones forzosamente incluidos) del que, de modo iterativo y manual (modo escalonado), se van extrayendo los términos que no son estadísticamente significativos.

Muestra de validación

Un segundo aspecto a tener en cuenta es que el modelo que se obtendrá contará con mayor o menor bondad de ajuste, pero éste será máximo al aplicarse en la muestra sobre la que se ha calculado. Como es natural, la aplicación de la ecuación obtenida en una muestra distinta, aun extraída de la misma población, generará unos índices de calidad siempre inferiores pero con mayor capacidad de informar sobre el comportamiento de la ecuación en una muestra independiente..

Para evaluar este efecto y dado que se dispone de un tamaño muestral inicial tan elevado, se propone segmentar cada muestra en dos partes: una sub-muestra sobre la que se realiza el análisis 70% y el restante 30% sobre la que se validan los resultados. Mediante un programa de selección aleatoria, se extrajo la sub-muestra para el análisis en una proporción del 70%. Es decir, un individuo menor o mayor de 14,5 años contó con una probabilidad de 0,7 de ser incluido en la fase de estimación. El restante 30% es la muestra de validación.

Distribución por sexo de la muestra

La distribución por sexo de la muestra seleccionada (n=1.815) 1.026 (56,7%) chicas y 789 (43,3%) chicos en edades comprendidas entre 2,97 y los 20,33 años. Ésta es la muestra (dentición completa) de interés máximo para el desarrollo del análisis, que de aquí en adelante será la única muestra descrita y evaluada.

Distribución por edad de la muestra

La edad se presenta también recodificada en intervalos (grupos de edad) del modo habitual en los estudios de crecimiento. Por ejemplo, el grupo 3 comprende todos los individuos entre 2,51 y 3,50 años; el grupo 4 todos los que tienen entre 3,51 y 4,50 años, y así sucesivamente. De esta manera, es posible también aportar las frecuencias relativas (porcentajes) de cada intervalo de edad.

Método

En cada uno de los individuos de la muestra, evaluamos las etapas de maduración de 8 dientes inferiores del lado izquierdo (I1; I2; C; P1; P2; M1; M2; M3), utilizando como referencia el dibujo y descripción correspondiente realizado por Demirjian y cols., (1973) que representa 8 estadios de maduración dental a los cuales han sido asignadas una letra de la A hasta la H. Tomando en cuenta las sugerencias de aplicación de las mismas indicadas por el autor, hemos agregado un estadio más, llamado estadio 0 (cero), que representa la etapa de cripta en el desarrollo dental, en que no se observa ningún tipo de mineralización, tomando como referencia el estadio 1 de las etapas de desarrollo descritas por Nolla (1960). Al incluir el tercer molar en el estudio, era de esperar que este diente de desarrollo tardío se observase en su etapa más inicial de formación. En su estudio de 1976, Demirjian y sus colaboradores, agregan una etapa que denominan 0, de manera similar a como lo hacemos nosotros, pero no dan ninguna referencia grafica por esta razón tomamos como ejemplo el dibujo que presenta Nolla (1960). De esta manera la clasificación de Demirjian se modifica. Algunos autores han hecho esta modificación en sus estudios, como Araujo y cols., (2010) y McGettigan y cols., (2011) ya que, al haber incluido el tercer molar en la muestra, es necesario tomar en cuenta esta etapa de desarrollo debido a el rango de edad tan amplio que se ha utilizado.

Material y método



















0			Outline visible, no calcification.
A			Calcification seen, no fusion of points.
B			Fusion of calcified points.
C			Enamel formation complete, crown $\frac{1}{2}$ formed, pulp chamber curved.
D			Crown formation is complete, pulp chamber is trapezoidal, root formation commenced.
E			Radicular bifurcation observed; root length < crown height.
F			Root endings flared; root length \geq crown height.
G			Root canal walls parallel, apices open.
H			Apex closed, uniform periodontal space.

Figura 18 Asignación de las calificaciones por Demirjian y cols., (1973) modificado. Tomado de McGettigan y cols., (2011).

1. Los dientes permanentes mandibulares se clasifican en el siguiente orden: tercer molar, segundo molar, primer molar, segundo premolar, primer premolar, canino, incisivo lateral, incisivo central.

2. Todos los dientes son calificados en una escala de 0 a H. La calificación se asigna siguiendo cuidadosamente los criterios descritos para cada etapa, y comparando el diente con los diagramas y fotografía de las radiografías dadas en el dibujo presentado por Demirjian y col., (1973) modificado (Figura 18). Las ilustraciones

sólo deben utilizarse como una ayuda, no como la única fuente de comparación. Para cada etapa hay uno, dos o tres criterios escritos a), b), c). Si sólo se da un criterio este debe cumplirse en la observación, y si se dan dos criterios, basta con que el primero se haya logrado, y si se dan tres criterios, los dos primeros deben cumplirse. En cada etapa, además de los criterios para esa etapa se deben cumplir los criterios de la etapa anterior. En los casos dudosos siempre se asigna la etapa anterior.

3. No hay medidas absolutas que deben adoptarse. Un compás es suficiente para comparar la longitud relativa (corona / raíz). Para determinar el cierre del ápice no es necesario usar lupa, las observaciones y calificaciones deben hacerse a simple vista.

4. La altura de la corona, se define como la distancia máxima entre el pico más alto de las cúspides y la línea amelocementaria. Cuando las cúspides bucal y lingual no están en el mismo nivel, el punto medio entre ellas se considera como el punto más alto.

Los estadios propuestos por el autor son (Demirjian y cols., 1973):

- Si no hay signo de la calcificación se le da la calificación 0. Se observa presencia de Cripta tanto para dientes unirradiculares como para dientes multirradiculares. (Véase figura 18).
- **Etapa A.** En dientes uni y multirradiculares se aprecia un comienzo de calcificación en la zona superior de la cripta con forma de conos. No existe fusión entre éstos.
- **Etapa B.** La fusión de los puntos de calcificación forma una o varias cúspides que se unen para conformar una superficie oclusal regular.

Material y método

- **Etapas C.**

a. La formación de esmalte está completa en la superficie oclusal. Se aprecia su extensión y convergencia hacia la región cervical.

b. Comienza a verse el depósito de dentina.

c. El contorno de la cámara pulpar tiene forma curva en el borde oclusal.

- **Etapas D.**

a. La formación de la corona se ha completado hasta la unión amelo-cementaria.

b. El borde superior de la cámara pulpar en los dientes unirradiculares tiene forma curva, siendo cóncava hasta la región cervical. La proyección de los cuernos pulpares, si están presentes, dan al contorno pulpar el aspecto de un paraguas. En molares la cámara pulpar tiene forma trapezoidal.

c. El comienzo de la formación radicular se aprecia como una espícula.

- **Etapas E.**

Dientes unirradiculares

a. Las paredes de la cámara pulpar forman líneas rectas cuya continuidad se ve rota por la presencia del cuerno pulpar, que es mayor que en el estadio previo.

b. La longitud radicular es menor que la altura de la corona.

Molares.

a. La formación inicial de la furca se aprecia como un punto calcificado con forma semilunar.

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

- **Etapas F.**

Dientes unirradiculares

a. Las paredes de la cámara pulpar forman ahora un triángulo isósceles. El ápice acaba en forma de embudo.

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

Molares

a. La zona calcificada en la furca se ha desarrollado pasando de la forma semilunar a dar a las raíces una silueta más definida con acabado en forma de embudo.

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

- **Etapas G.**

a. Las paredes del canal radicular son ahora paralelas y el ápice aún está parcialmente abierto (raíz distal en molares).

Material y método

Etapa H.

- a. El ápice está totalmente cerrado (raíz distal en molares).

- b. La membrana periodontal tiene una anchura uniforme alrededor de la raíz y el ápice.

Esta información de cada radiografía y cada diente fue registrada en una hoja de Excel para su posterior tratamiento estadístico.

En los casos en los que el diente a observar estuviese ausente por pérdida prematura se sustituyó por el análogo de la arcada contraria como indica Demirjian en su artículo Demirjian y cols., 1973 "... donde los dientes correspondientes a los desaparecidos estén presentes en el lado derecho de la mandíbula inferior pueden ser simplemente sustituidos".

Metodología estadística

Se realizó el t–student de la edad media para contrastar la igualdad entre chicos y chicas y el Mann- Whitney en los casos en que el subgrupo de edad contenga menos de 30 casos.

Se calculó la edad media en la que se alcanza una etapa de desarrollo como edad media de los individuos en esa etapa. El análisis descriptivo se proporciona segmentado según sexo del individuo.

Se realizó un detallado estudio del ajuste a una distribución normal de la variable edad.

- Test Kolomogorov-Smirnov
- Comprobación de condiciones relativas a la distribución de valores, asimetría y curtosis.
- Verificación de desviaciones en gráficos P-P y Q-Q de normalidad.

Se desarrolló un modelo estadístico de regresión lineal múltiple cuya variable dependiente es la edad y cuyas variables explicativas son etapa de desarrollo, sexo y términos de interacción entre el sexo y cada una de las variables de desarrollo dentario, si hubiera.

Variables

Sexo que se codificó como 0 para el sexo femenino 1 para el masculino.

Edad anotada como edad decimal

Diente (cuadrante inferior izquierdo) se utilizó la nomenclatura de FDI.

Se anotó la última etapa alcanzada para cada caso. Las etapas de maduración dental correspondientes al dibujo, modificado, de Demirjian y cols., (1973), tomando en cuenta lo explicado anteriormente en el que se agregó una novena etapa a la que se le denominó 0, a partir de ahí se les asignó un valor numérico, 0: 0; A: 1; B: 2; C: 3; D: 4; E: 5; F: 6; G: 7; H: 8.

Para la construcción de los modelos de regresión para la estimación de la edad cronológica, la variable 'estadio de desarrollo' de cada diente, que es una clasificación

Material y método

ordinal entre 0 y H, tuvo que dicotomizarse en distintas variables de presencia-ausencia para poder ser incluida en el análisis.

Toda la observación fue realizada por un solo observador (la autora), guiado por las directrices dadas por Demirjian para la utilización de su sistema de evaluación de madurez. Tras 6 meses de la primera observación, se repitió en 100 casos elegidos al azar y los resultados de la prueba Kappa intra-observador fueron $Kappa = 0,942$. Un valor considerado excelente.

RESULTADOS

RESULTADOS

Edad media de los individuos en una etapa de desarrollo

En este apartado se ofrece una estadística descriptiva, enfocada al objetivo principal de la investigación que contempla la etapa de desarrollo basada en el dibujo de Demirjian y cols. (1973) modificado, de la pieza dental y el sexo del individuo como variables clave para la descripción de la edad. Las tablas a continuación proporcionan la edad media en la que se encuentran en cada etapa de desarrollo por diente y por sexo (Tabla 3 para chicas y Tabla 4 para chicos). También incluye una estimación de la media poblacional basada en el cálculo de los intervalos de confianza al 95%.

Se han coloreado en gris aquellos intervalos que están calculados sobre muestras inferiores a 30 casos y que, por tanto, podrían ser cuestionados desde el punto de vista teórico ya que la distribución de la variable Edad en la muestra no es normal. En estos casos, el error estándar es muy elevado y, en consecuencia, el intervalo se ensancha y pierde utilidad.

Resultados

Tabla 3. Edad media de las chicas en cada etapa por diente.

E T A P A	DIENTE							
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)
O							5,46 (0-12,53)	8,83 (8,44-9,2)
A					4,58 (0-10,67)		4,43 (3,27-5,58)	10,02 (9,8-10,24)
B				4,2 (0-15,12)	4,99 (4,43-5,53)		5,64 (4,48-6,38)	11,32 (11,06-11,57)
C		4,1 (3,32-4,94)	4,35 (3,64-5,05)	5 (4,65-5,35)	6,43 (6,15-6,7)		6,17 (5,67-6,67)	12,06 (11,8-12,31)
D	4,47 (3,78-5,15)	4,92 (4,51-5,32)	5,36 (5,05-5,67)	6,86 (6,67-7,05)	7,63 (7,5-7,75)	4,31 (2,85-5,75)	7,69 (7,57-7,8)	12,84 (12,3-13,37)
E	5,17 (4,89-5,45)	6,01 (5,66-6,35)	7,05 (6,88-7,22)	8,03 (7,89-8,15)	8,8 (8,62-8,97)	4,79 (4,3-5,27)	9,1 (8,92-9,27)	14,76 (13,84-15,67)
F	6,17 (5,82-6,5)	7,19 (7-7,37)	8,22 (8,1-8,34)	9,29 (9,13-9,44)	10,17 (10-10,33)	5,79 (5,46-6,11)	10,09 (9,88-10,3)	16,1 (15,38-16,8)
G	7,39 (7,21-7,57)	8,05 (7,9-8,19)	9,97 (9,81-10,12)	11,01 (10,86-11,15)	11,66 (11,49-11,83)	7,69 (7,56-7,81)	11,63 (11,57-11,87)	17,05 (15,94-18,15)
H	10,73 (10,55-10,91)	11,39 (11,19-11,58)	12,76 (12,51-13)	13,67 (13,37-13,97)	14,42 (14,0314,79)	11,35 (11,16-11,54)	15,17 (14,7-15,63)	17,67 (14,91-20,42)

Tabla 4 Edad media de los chicos en cada etapa por diente

E T A P A	DIENTE							
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)	(IC 95%)
O							3,71	9,1 (8,77-9,42)
A					4,36 (3,48-5,22)		4,49 (3,28-5,68)	9,94 (9,67-10,19)
B				4,2 (3,88-4,52)	5,26 (4,79-5,72)		5,64 (5,07-6,2)	11,01 (10,78-11,23)
C			4,44 (4,03-4,85)	5,58 (5,1-6,05)	6,39 (6,05-6,73)	5,57 (0-29,2)	6,61 (6,22-6,99)	11,78 (11,46-12,1)
D	4,28 (3,77-4,79)	4,63 (4,08-5,16)	5,59 (5,24-5,92)	6,88 (6,65-7,1)	7,84 (7,66-8,02)	3,96 (3,18-4,73)	8,17 (7,98-8,35)	12,82 (12,47-13,13)
E	5,31 (4,9-5,72)	5,87 (5,6-6,14)	7,48 (7,3-7,65)	8,2 (8,03-8,35)	9,09 (8,85-9,32)	5,21 (4,8-5,6)	9,74 (9,56-9,91)	14,86 (14,21-15,5)
F	6,65 (6,38-6,92)	7,67 (7,46-7,87)	8,98 (8,8-9,15)	9,92 (9,74-10,09)	10,49 (10,33-10,65)	6,19 (5,85-6,51)	10,84 (10,6-11,07)	15,94 (14,25-17,62)
G	7,95 (7,74-8,14)	8,75 (8,57-8,92)	11,09 (10,93-11,23)	11,57 (11,41-11,73)	12 (11,81-12,18)	8,28 (8,13-8,41)	12,24 (12,06-12,42)	16,65 (15,5-17,79)
H	11,07 (10,87-11,25)	11,77 (11,57-11,97)	13,65 (13,32-13,98)	13,92 (13,56-14,27)	14,31 (13,86-14,74)	11,73 (11,52-11,92)	15,19 (14,63-15,74)	17,55 (15,53-19,56)

Resultados

Dimorfismo sexual.

La información anterior, permite comprobar ciertas diferencias a nivel descriptivo en la distribución de la edad a la que individuos de sexo masculino y los de sexo femenino están en cierta etapa de desarrollo. Se puede observar que en los grupos en los que la muestra era suficiente (sin resaltar) las edades de en una etapa son en su mayoría mayores en chicos que en chicas.

Dado que la muestra es suficientemente grande en la mayoría de los subgrupos definidos por el estadio de desarrollo, se realizaron test t-student para contrastar la igualdad de la edad media de chicos y chicas. En aquellos casos en que el subgrupo contenía menos de 30 casos, se aplicó la prueba de Mann-Whitney, alternativa no paramétrica y que compara las distribuciones de la edad más que los valores medios en sí. La tabla siguiente presenta la diferencia media de edades para los casos en que resultó significativa:

Tabla 5. Diferencias medias de edades entre sexos.

ETAPA	DIENTE						
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
	\bar{x} IC 95%	\bar{x} IC 95%	\bar{x} IC 95%	\bar{x} IC 95%	\bar{x} IC 95%	\bar{x} IC 95%	\bar{x} IC 95%
D							-0,472 (-0,68/-0,26)
E			-0,426 (-0,66/-0,18)		-0,287 (-0,52/-0,00)		-0,641 (-0,89/-0,39)
F	-0,485 (-0,97/-0,06)	-0,478 (-0,75/-0,20)	-0,753 (-0,96/-0,53)	-0,628 (-0,86/-0,39)	-0,323 (-0,55/-0,09)		-0,745 (-1,06/-0,42)
G	-0,553 (-0,82/-0,28)	-0,701 (-0,93/-0,47)	-1,114 (-1,33/-0,89)	-0,562 (-0,77/-0,34)	-0,339 (-0,59/-0,08)	-0,591 (-0,78/-0,40)	-0,518 (-0,75/-0,27)
H	-0,334 (-0,60/-0,06)	-0,382 (-0,66/-0,09)	-0,889 (-1,33/-0,44)			-0,371 (-0,65/-0,08)	

En la tabla anterior (Tabla 5), se resaltan en amarillo los casos de con p valor $<0,001$. La diferencia de la edad media es máxima para la etapa G del diente 3.3 (-1,114). También aporta el intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias. Para el ejemplo anterior (3.3-G) podría afirmarse que con una confianza del 95%, la diferencia de medias poblacionales entre chicos y chicas está contenida en el intervalo [-1,333 -0,895]. Como es lógico, dadas las diferencias significativas, ninguno de los intervalos contiene al valor 0.

Como se observa, la edad media por sexos suele diferir en los estadios de desarrollo más avanzados.

Obsérvese también que para el diente 3.8 no se ha detectado ninguna diferencia estadísticamente significativa: y que la edad media de cada estadio es similar en chicos y chicas. Para todas las diferencias detectadas en las piezas 3.1 a 3.7, se recuerda que los chicos tienen una edad media de aparición de cada etapa superior a la de las chicas (Tablas 3 y 4).

Modelo de Predicción de la Edad para la población menores de 14,5 años (Modelo 1).

Recordemos que se propone la modelización mediante un análisis de regresión lineal múltiple. Con este modelo se plantea la hipótesis de una relación lineal que explicaría los valores de una variable dependiente, la edad, a partir de una serie de variables independientes o factores, que son las etapas de desarrollo de cada una de las piezas del cuadrante inferior izquierdo. Además, debe contemplarse el sexo del individuo como un factor adicional.

El modelo de regresión cumple con las siguientes hipótesis teóricas para su validación: linealidad, normalidad, independencia, homocedasticidad.

Resultados

Se estimó el modelo en dos muestras diferentes según la edad y con factores (dientes) también diferentes. En este apartado se exponen los resultados para la muestra de edades más tempranas basados en la etapa de desarrollo de los dientes 3.1 a 3.7 (se excluye, pues, el tercer molar). En el siguiente apartado se hará lo propio para las edades más avanzadas basándose en el estado de desarrollo de las piezas 3.8 y/o 3.7.

Para cada grupo de edad, se da el porcentaje de individuos que han alcanzado el grado máximo H de evolución en cada diente. Por ejemplo, se observa que el 94% de los individuos entre 9,51 y 10,5 años ha alcanzado ya el grado H de desarrollo en el diente 3.1.

Tabla 6. Porcentaje sobre el total de individuos en cada grupo de edad.

	% sobre el total de individuos en cada grupo de edad						
DIENTE	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Grupo de edad 10	94	82	16	3	1	81	1
Grupo de edad 11	100	95	37	15	7	95	2
Grupo de edad 12	99	96	62	40	19	99	6
Grupo de edad 13	99	98	77	69	43	98	24
Grupo de edad 14	100	98	88	83	70	97	46
Grupo de edad 15	100	100	100	100	85	97	65
Grupo de edad 16	100	100	100	100	100	100	100

Se puede ver claramente que partir de los 14-15 años, la mayoría de individuos presenta un desarrollo completo de casi todos los dientes, con la única excepción del 3.7. Por tanto, para un joven con una edad superior a los 14-15 años el grado de desarrollo de todos esos dientes ya no es útil para predecir con exactitud la edad.

Se propone la estimación del modelo de regresión para individuos con edad inferior a 14,5 años y considerando como factores independientes el sexo y el grado de desarrollo de los dientes 3.1 a 3.7. Es decir, se trataría de una sub-muestra con N=1.699 casos.

Se consideran factores independientes (susceptibles de ser buenos predictores de la Edad) el sexo y la etapa de desarrollo de los dientes 3.1 a 3.7.

Para un diente, el estadio de desarrollo es una clasificación ordinal entre 0 y H, por lo que debe dicotomizarse en distintas variables de presencia-ausencia para poder ser contemplada en el análisis.

Así, por ejemplo, para el diente 3.1 se crearon 3 variables dicotómicas correspondientes a los estadios F, G y H, cuyos valores serán 0/1 según el individuo no se encuentre/se encuentre en esa fase de desarrollo. Se ha considerado como categoría de referencia o comparación el resto de estadios (C, D y E) conjuntamente. Obviamente, tras la selección aleatoria de la sub-muestra del 70% de casos de la original, estos números son aún más reducidos.

Para el conjunto de dientes 3.1 a 3.7 se ha considerado la sustitución del grado de desarrollo de Demirjian original por las siguientes dicotómicas:

Resultados

Tabla 7. Categorías a partir de la variable original.

Categorías a partir de la variable original		
	Referencia	Independientes
3.1	C+D+E	F, G, H
3.2	B+C+D	E, F, G, H
3.3	B+C+D	E, F, G, H
3.4	A+B+C	D, E, F, G, H
3.5	0+A+B	C, D, E, F, G, H
3.6	C+D+E	F, G, H
3.7	0+A+B	C, D, E, F, G, H

Nótese que la categoría de referencia es aquella agrupación de estadios iniciales con un número suficiente de casos ($n > 30$). Las independientes son aquellas con un tamaño muestral también suficiente cada una de ellas. Se trata de los estadios donde fue posible evaluar las diferencias de edad a través de pruebas t-test.

En relación al sexo, se mantiene la codificación original de la variable y, por tanto, se considera categoría de referencia el femenino.

A efectos prácticos, el objeto del análisis será estimar en cuanto aumenta o disminuye la edad de un individuo cuando presenta un cierto perfil de evolución dentaria respecto a las categorías de referencia. A modo de ejemplo, el modelo estima lo que sigue.

- Si un varón tiene una edad significativamente distinta a la de una mujer cuando ambos tienen el mismo perfil de desarrollo dental
- Si un individuo en estadio F para el diente 3.1 tiene una edad significativamente distinta a la de otro en estadio C, D o E y en las mismas condiciones en el resto de piezas

Estas dos primeras cuestiones miden el efecto principal del sexo y el estadio de desarrollo.

El modelo también concluye sobre cuestiones del tipo.

- Si las diferencias de edad entre un individuo en estadio F para el diente 3.1 y otro en estadio C, D o E son de la misma magnitud en chicos y chicas.
- Si las diferencias de edad entre un chico y una chica son de la misma magnitud cuando se encuentran ambos en estadio F respecto a si se encuentran en estadio G.

Estas dos cuestiones se responden mediante la inclusión entre los factores independientes de términos de interacción entre sexo y estadio evolutivo de cada diente.

IV.2.1 Modelo obtenido (Modelo 1)

El modelo obtenido incluye las variables de estado evolutivo correspondientes a las piezas 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.7, junto a términos de interacción con el sexo en el diente 3.2.

Resultados

Tabla 8 Resumen del modelo.(Modelo 1).

MODELO	R		R ²	R ² corregido	Error típico de estimación	Estadístico de Durbin-Watson	
	70%	30%	0,899	0,827	0,953	70%	30%
	0,912	0,899				2,001	1,929

Se ha obtenido un coeficiente de determinación R² con valor 0,831 en la muestra de análisis, y en la muestra de validación su valor es 0,808.

El valor del estadístico de Durbin-Watson es cercano a 2,0, lo que significa que no hay autocorrelación entre los residuos, como era de esperar por el carácter independiente de las observaciones.

La Tabla 9 presenta el resultado del ANOVA de la regresión. Permite comparar la variación explicada por el modelo con la variación residual, no explicada, mediante la estimación del estadístico F. El contraste de nulidad concluye que es significativamente no nulo (p-valor<0,001), es decir, que la edad puede explicarse mediante una ecuación lineal a partir de los factores de desarrollo dental.

Tabla 9 ANOVA (Modelo 1).

MODELO		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	5324,371	30	177,479	195,029	0,000
	Residual	1080,186	1187	0,910		
	Total	6404,557	1217			

En la Tabla 9 se aporta el valor de la varianza residual (0,910), cuya raíz cuadrada es el error típico de la estimación (0,953). Si se quiere hablar en unidades 'años', el modelo permite hacer predicciones que no se alejan más, en promedio, de 0,953 años de la edad real.

La tabla siguiente muestra la estimación de los coeficientes de la ecuación de regresión.

Tabla 10 Coeficientes del Modelo 1.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	IC para B 95%	
	B	Error tip.	Beta			Límite inferior	Límite superior
Constante	4,738	0,248		19,071	0,000	4,251	5,226
SEXO	-0,216	0,351	-0,047	-0,615	0,539	-0,905	0,473

Resultados

E32DMJ	0,411	0,406	0,038	1,014	0,311	-0,385	1,207
F32DMJ	0,955	0,421	0,137	2,266	0,024	0,128	1,781
G32DMJ	1,129	0,425	0,200	2,655	0,008	0,295	1,963
H32_SEXO	0,849	0,361	0,154	2,355	0,19	0,142	1,556
E33	0,486	0,279	0,074	1,741	0,082	-0,62	1,034
F33	0,695	0,315	0,137	2,210	0,027	0,078	1,313
G33	1,046	0,336	0,202	3,112	0,002	0,387	1,705
H33	1,067	0,361	0,201	2,957	0,003	0,359	1,775
D34	0,000	0,287	0,000	-0,001	0,999	-0,563	0,562
E34	0,266	0,325	0,049	0,818	0,414	-0,372	0,903
F34	0,688	0,352	0,127	1,958	0,050	-0,001	1,378
G34	1,431	0,376	0,258	3,800	0,000	0,692	2,169

Resultados

H34	2,002	0,410	0,320	4,884	0,000	1,198	2,807
C35	0,187	0,327	0,021	0,571	0,568	-0,455	0,829
D35	0,238	0,370	0,042	0,643	0,521	-0,488	0,964
E35	0,417	0,391	0,070	1,066	0,287	-0,351	1,185
F35	0,558	0,412	0,104	1,355	0,176	-0,250	1,365
G35	0,747	0,431	0,126	1,734	0,083	-0,098	1,592
H35	0,961	0,458	0,121	2,099	0,036	0,063	1,860
C37	0,343	0,230	0,031	1,493	0,136	-0,108	0,794
D37	0,701	0,252	0,138	2,784	0,005	0,207	1,196
E37	1,173	0,269	0,203	4,363	0,000	0,646	1,701
F37	1,333	0,285	0,202	4,673	0,000	0,773	1,892
G37	2,047	0,296	0,385	6,906	0,000	1,466	2,629

Resultados

H37	2,562	0,336	0,244	7,617	0,000	1,902	3,222
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

La ecuación de regresión del modelo es (Modelo 1):

$$\begin{aligned} \text{Edad} = & 4,73 - 0,216\text{SEXO} + 0,411\text{E3.2} + 0,955\text{F3.2} + 1,129\text{G3.2} + 1,408\text{H3.2} + 0,330\text{E3.2}_{\text{SEXO}} + \\ & 0,508\text{F3.2}_{\text{SEXO}} + 0,690\text{G3.2}_{\text{SEXO}} + 0,849\text{H3.2}_{\text{SEXO}} + 0,486\text{E3.3} + 0,695\text{F3.3} + 1,046\text{G3.3} + 1,067\text{H3.3} + \\ & 0,001\text{D3.4} + 0,266\text{E3.4} + 0,688\text{F3.4} + 1,431\text{G3.4} + 2,002\text{H3.4} + 0,187\text{C3.5} + 0,238\text{D3.5} + 0,417\text{E3.5} + \\ & 0,558\text{F3.5} + 0,747\text{G3.5} + 0,961\text{H3.5} + 0,343\text{C3.7} + 0,701\text{D3.7} + 1,173\text{E3.7} + 1,333\text{F3.7} + 2,047\text{G3.7} + \\ & 2,562\text{H3.7} \end{aligned}$$

Donde cada variable toma el valor 0 (ausente) o 1 (presente).

El valor estimado para la constante (β_0) es 4,73. Ésta es la edad media para el conjunto de individuos que se encuentran en la categoría de referencia, es decir, chicas con estadios iniciales en las piezas 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.7.

El correspondiente contraste t (p-valor < 0,001) concluye que no puede aceptarse que tome un valor cero. Lógicamente, los individuos en la categoría de referencia tienen una edad que no es cero.

El coeficiente del sexo es -0,216 (p-valor 0,539), luego se asume que es cero. Se muestra en la ecuación final del modelo, simplemente, porque hay un término de interacción que lo involucra y obliga a su presencia.

El coeficiente de E3.2 es 0,411. Este valor sería el incremento en edad de un individuo cuando pasa de estado de referencia del 3.2 (B+C+D) a tener estado E, siempre en presencia del resto de variables del modelo. Sin embargo, el contraste es no significativo (p-valor 0,311), por lo que puede asumirse que el coeficiente es nulo y no aporta nada a la explicabilidad de la edad.

Lo mismo sucede con otras muchas variables.

Por otra parte, una gran cantidad de factores propios de la evolución dentaria se están revelando como estadísticamente significativos.

Por ejemplo, el coeficiente de F3.2 es 0,955, (p-valor 0,024), por lo que un individuo en estado F del 3.2, y permaneciendo igual el resto de condiciones, presentará una edad 0,955 años superior a la de otro en la categoría de referencia (B, C o D en 3.2).

Para un individuo en estado H del 3.2, el incremento en años será de 1,408 y además, 0,849 más si se trata de un varón (es el coeficiente del término de interacción H3.2_{sexo} que también es significativo).

En resumen, la edad de un individuo puede predecirse notablemente bien a partir del conocimiento de su etapa de desarrollo en dientes 3.2, 3.3, 3.4 y 3.7.

La información sobre el diente 3.5 también es importante para la estimación de la edad, aunque a un nivel menos influyente.

Los dientes 3.1 y 3.6 no están aportando nada nuevo respecto a los anteriormente referidos.

Conocer el sexo del individuo no es importante, siempre en presencia de las variables de desarrollo que son las predictoras por excelencia. Sin embargo, en determinados estadios (como los avanzados del 3.2), sí está aportando una información útil para mejorar las estimaciones.

Análisis de los residuos

La Tabla 11 presenta algunos descriptivos básicos para la variable pronóstico de la Edad y el residuo asociado.

Resultados

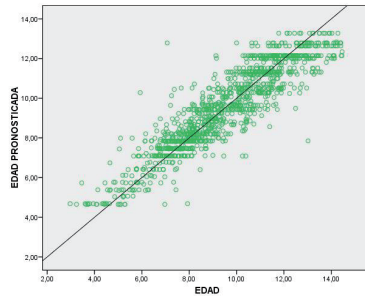
Tabla 11 Estadísticos sobre los residuos (Modelo 1).

	70% Muestra					30% Muestra de validación				
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación tip.	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación tip.	N
Valor pronosticado	4,5224	13,3724	9,5938	2,09165	1218	4,5224	13,3724	9,5084	2,03346	481
Valor pronosticado tip.	-2,425	1,807	0,000	1,000	1218	-2425	1,807	-0,041	0,972	481
Error típico del valor pronosticado	0,102	0,435	0,144	0,049	1218	0,102	0,411	0,147	0,052	481
Residuo bruto	-5,66937	5,34364	0,0000	0,94212	1218	-3,58082	5,32105	-0,02669	0,98914	481
Residuo tip.	-5,943	5,602	0,000	0,988	1218	-3,854	5,578	-0,028	1,037	481

Hay que destacar que la edad media pronosticada en la submuestra de validación es muy similar a la de análisis e, igualmente, los errores estándar son de magnitud similar.

Cada punto del siguiente gráfico de dispersión representa la edad del individuo frente a la pronosticada por el modelo. Se ha superpuesto también la diagonal principal ($y=x$). La distancia vertical de cada punto a la recta representa el residuo de la estimación.

Muestra de estimación



Muestra de validación

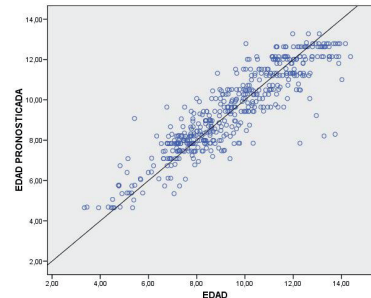


Gráfico 1. Residuo de la estimación.

Se trata de una comprobación visual del excelente ajuste de la recta a los datos, así como de la potente capacidad predictiva.

Intervalos de predicción

Dado un perfil de estado de desarrollo dentario de un individuo y conocido su sexo, se estima el intervalo de predicción de la media de edad condicionada a ese estado para chicos y para chicas por separado.

Asimismo, se estima el intervalo de predicción del valor puntual de la edad pronosticada, también diferenciando chicos de chicas.

Como es natural, las variables de estado de desarrollo dentario utilizadas para las estimaciones son las que se incluyeron en el modelo.

Obviamente, los intervalos de las predicciones individuales son más anchos e imprecisos que los equivalentes para la media (Ver tablas 16,17,18 y 19 en el anexo).

Validez del modelo (Modelo 1)

Se ha comentado anteriormente el cumplimiento de la hipótesis de no autocorrelación de los residuos. Los resultados de la estimación, con un valor de R^2 tan elevado, también apoyan la conveniencia de un modelo de ajuste de tipo lineal como el realizado.

Resultados

El gráfico siguiente permite verificar que no hay ningún tipo de indicio de heterocedasticidad; ya que el grado de dispersión de los residuos no varía según el valor del pronóstico de la variable dependiente:

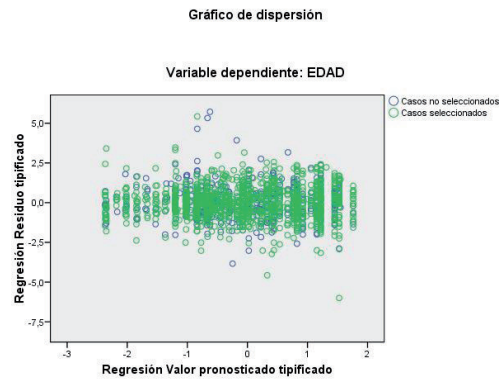


Gráfico 2. Grado de dispersión de los residuos.

Respecto a la normalidad de los residuos, puede observarse en el siguiente histograma que el ajuste es relativamente bueno. Sólo se percibe un ligero apuntamiento central que, debido al tamaño importante de la muestra, supone un p-valor 0,045 en el test de Kolmogorov-Smirnov.

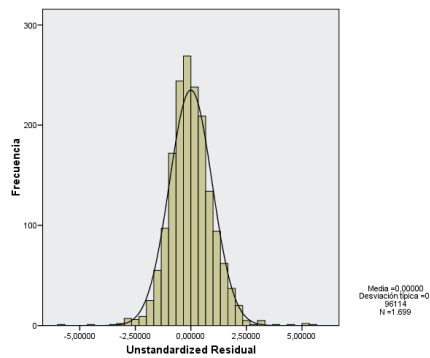


Gráfico 3. Histograma

Para mayor seguridad se observa el gráfico P-P de frecuencias acumuladas, no apreciándose desviaciones importantes de la diagonal principal:

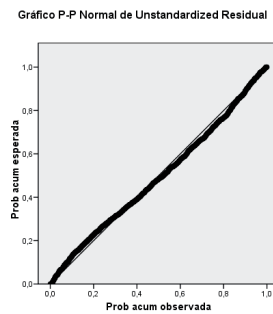


Gráfico 4. Gráfico P-P.

En resumen, puede concluirse el cumplimiento de las hipótesis teóricas y aceptarse la validez del modelo estimado.

Modelo de Predicción de la Edad para mayores de 14,5 años (Modelo 2)

La edad media en la muestra de los individuos en etapa 0 del tercer molar es de 8,98 años. El 90% de los individuos de la muestra en esta fase incipiente tienen entre 6,97 y 11,79 años. Además, el 39,3% del total de individuos DC en la muestra no tienen ningún dato referido al estado del 38, bien porque todavía no ha aparecido o, simplemente, no lo hará nunca.

Esta correlación entre desarrollo evolutivo del 3.8 y edades 'avanzadas' es el argumento principal sobre el que se sostiene un modelo predictivo de la edad para niños ya de edades más avanzadas en que el resto de piezas están plenamente desarrolladas.

Para la elección de la edad de corte por encima de la cual estimó el modelo, se han tenido en cuenta dos cuestiones fundamentales:

Resultados

1ª) Para niños con edades tempranas se dispone de un modelo ya, que se revela como excelente predictor de la edad y está basado en el conjunto de las piezas dentales.

2ª) Para niños con edades más elevadas, el nuevo modelo puede ser más adecuado, pero existe el hándicap de una reducción significativa de la muestra a partir de los 13-14 años.

Si, además, se tienen en cuenta criterios estrictamente estadísticos relacionados con el mínimo tamaño muestral deseado, se propone 10,5 o más años como edad de corte.

Concretamente, 31 individuos en fase 0 del diente 3.8 tienen ya más de 10,5 años, lo que permitió considerar esta fase como de referencia y establecer contrastes de hipótesis con fiabilidad.

Por supuesto, una proporción cada vez mayor de individuos en las fases más avanzadas presenta esta edad o superior.

Por último, se han estimado unos modelos exploratorios para diferentes edades de corte y ésta es la edad para la que se alcanza la máxima explicabilidad.

Con respecto a si el 3.7 debía incluirse o no en el modelo, se tomó en cuenta que esta pieza se reveló importante para predecir la edad de los infantiles. Dado que es un diente cuya aparición es temprana, se observa que por encima de los 10,5 años, una gran proporción de individuos está en estadios bastante maduros de desarrollo por lo que el poder discriminatorio disminuye.

Además, también mediante los modelos exploratorios, se ha verificado que la mejora en predictibilidad obtenida al incluir el 3.7 respecto al 3.8 solo es de apenas un 6%. Por el principio de parsimonia (no sobreparametizar el modelo si la mejora es escasa), se decide trabajar exclusivamente con el tercer molar.

Análogamente al modelo general del apartado anterior, la muestra se segmenta en dos partes: Una de ellas (70% del total) servirá para el cálculo de las estimaciones y la restante (30%) para la prueba de la fórmula de forma independiente.

Se excluyen del análisis los 713 individuos que no tienen información alguna sobre la pieza 38.

El estado evolutivo del 3.8 se operacionaliza a través de las correspondientes dicotómicas, considerándose la fase 0 como estado de referencia.

También se considera el sexo y las pertinentes interacciones de los estados del 3.8 con el mismo, como posibles factores útiles para estimar la edad.

Modelo obtenido (Modelo 2)

El modelo obtenido incluye las variables de estado evolutivo del 3.8, junto a algún término de interacción con el sexo que, posteriormente se describen con más detalle.

Tabla 12. Resumen del modelo (Modelo 2).

MODELO	R		R ²	R ² corregido	Error típico de estimación	Estadístico de Durbin-Watson	
	70%	30%				70%	30%
		0,805	0,810	0,647	0,635	1,2567	1,949

Resultados

El coeficiente de determinación R^2 es 0,647, en la muestra de análisis, en la de validación el valor de R^2 es 0,656.

El error típico de estimación o desviación típica de los residuos toma el valor 1,25. Tampoco se detectan problemas de autocorrelación entre los residuos.

El contraste F del ANOVA de la regresión permite aceptar el modelo como válido, en el sentido de que los factores incluidos están explicando una parte significativa de la variación global de la edad.

Tabla 13. ANOVA (Modelo 2)

MODELO		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1395,104	17	82,065	51,962	0,000
	Residual	759,655	481	1,579		
	Total	2154,759	498			

La tabla siguiente muestra la estimación de los coeficientes de la ecuación de regresión del Modelo 2.

Tabla 14. Coeficientes (Modelo 2) (Pag. 155)

Resultados

MODELO	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.	IC para B 95%	
	B	Error tip.	Beta			Límite inferior	Límite superior
Constante	11,167	0,349		32,038	0,000	10,482	11,852
SEXO	0,282	0,555	0,067	0,499	0,618	-0,828	1,391
A38	0,635	0,396	0,108	1,605	0,109	-0,142	1,413
B38	0,845	0,373	0,187	2,265	0,024	0,112	1,578
C38	1,157	0,383	0,232	3,022	0,003	0,405	1,909
D38	1,607	0,419	0,248	3,830	0,000	0,782	2,431
E38	3,987	0,463	0,515	8,610	0,000	3,077	4,896
F38	4,521	0,515	0,359	8,782	0,000	3,510	5,533
G38	6,341	0,503	0,538	12,603	0,000	5,352	7,329
H38	7,586	0,565	0,603	13,433	0,000	6,476	8,695
A38_SEXO	-0,520	0,641	-0,058	-0,812	0,417	-1,779	0,739
B38_SEXO	-0,639	0,601	-0,102	-1,063	0,289	-1,821	0,543
C38_SEXO	-0,570	0,613	-0,082	-0,929	0,353	-1,775	0,635
D38_SEXO	0,017	0,654	0,002	0,026	0,979	-1,268	1,302
E38_SEXO	-0,127	0,695	-0,013	-0,182	0,855	-1,493	1,240
F38_SEXO	-0,357	0,994	-0,013	-0,359	0,720	-2,311	1,597
G38_SEXO	-0,957	0,919	-0,041	-1,041	0,299	-2,763	0,850
H38_SEXO	-1,859	0,883	-0,098	-2,106	0,036	-3,594	-0,124

Resultados

La ecuación de regresión del modelo es la siguiente (Modelo 2):

$$\text{Edad} = 11,16 + 0,282_{\text{SEXO}} + 0,635A_{3.8} + 0,845B_{3.8} + 1,157C_{3.8} + 1,607D_{3.8} + 3,987E_{3.8} + 4,521F_{3.8} + 6,341G_{3.8} + 7,586H_{3.8} - 0,520A_{3.8_{\text{SEXO}}} - 0,639B_{3.8_{\text{SEXO}}} - 0,570C_{3.8_{\text{SEXO}}} + 0,017D_{3.8_{\text{SEXO}}} - 0,127E_{3.8_{\text{SEXO}}} - 0,357F_{3.8_{\text{SEXO}}} - 0,957G_{3.8_{\text{SEXO}}} - 1,859 H_{3.8_{\text{SEXO}}}$$

En la que cada variable toma el valor 0 (ausente) o 1 (presente).

El valor estimado para la constante (β_0) es 11,16. Ésta es la edad media para el conjunto de individuos mayores de 10,5 años que se encuentran en la categoría de referencia, es decir, chicas en fase 0 del 3.8.

El coeficiente de A3.8 es 0,635 (p-valor 0,109), lo cual quiere decir que un individuo de un sexo determinado que pasa de etapa 0 a etapa A no ve significativamente incrementada su edad.

Sin embargo, a partir de la etapa B sí se aprecian coeficientes significativamente no nulos, asociados a incrementos de la edad. Siempre con etapa 0 como referencia, aquéllos se cifran en 0,84 años (Etapa B), 1,15 (C), 1,6 (D), 3,9 (E), 4,5 (F), 6,3 (G) y 7,5 (H).

El sexo no es globalmente significativo. Si sabemos la etapa de evolución de la pieza 3.8, conocer el sexo del individuo no mejora esencialmente las predicciones de edad.

Ahora bien, el término $H_{3.8_{\text{SEXO}}}$ se revela estadísticamente significativo (p-valor 0,036). La interpretación es que cuando un joven está en fase H, conocer el sexo sí aporta información útil para mejorar la predicción de la edad. En este caso, como el coeficiente es -1,85, ésta es la diferencia de edad entre una chica y un chico en estado H (el chico presenta una edad 1,85 años inferior).

A modo de resumen, el grado de desarrollo del diente 3.8 es un predictor de una calidad moderada de la edad del puberal. Si la pieza se encuentra en estado H, el sexo ayuda a mejorar la estimación de la edad.

Análisis de los residuos

Los residuos en la muestra de validación exhiben un comportamiento prácticamente idéntico a los de la muestra de análisis. Por ejemplo, tienen media 0 (p-valor 0,163 en prueba t) y desviación de la misma magnitud.

Tabla 15 Estadísticos sobre los residuos (Modelo 2).

	70% Muestra					30% Muestra de validación				
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación tip.	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación tip.	N
Valor pronosticado	11,1669	18,7525	12,7354	1,67374	499	11,1669	18,7525	12,9032	1,66275	174
Valor pronosticado tip.	-0,937	3,595	0,000	1,000	499	-0,937	3,595	0,100	0,993	174
Error típico del valor pronosticado	0,133	0,726	0,217	0,100	499	0,133	0,726	0,238	0,111	174
Residuo bruto	-4,5135	5,0865	0,0000	1,2350	499	-3,3835	3,2180	-0,1242	1,1707	174
Residuo tip.	-3,592	4,048	0,000	0,983	499	-2,692	2,561	-0,099	0,932	174

Resultados

Se observa en los gráficos siguientes que el grado de ajuste lineal en ambos casos es bastante parecido:

Gráfico 5. Muestra de estimación

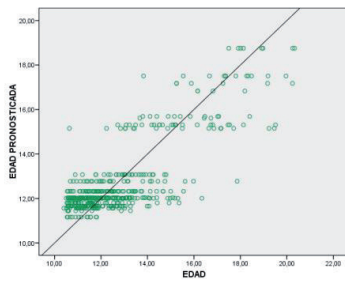
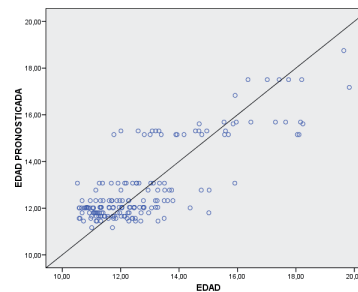


Gráfico 6. Muestra de validación



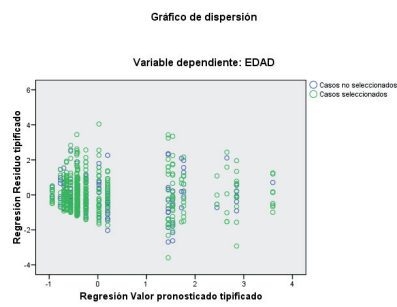
Obsérvese que para edades más bajas (menos de 12 años), el modelo tiende a sobrepasarse (sobreestimar) en sus predicciones, invirtiéndose la tendencia a partir de los 16 años.

Validez del modelo (Modelo 2).

Finalmente, se han validado las hipótesis teóricas del modelo establecido.

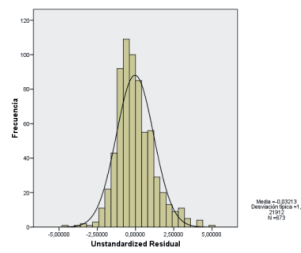
No hay evidencias claras de la violación de la homocedasticidad, más allá de una lógica mayor dispersión de valores para edades elevadas (en que se cuenta con menos individuos).

Gráfico 7.



Como se observa en el histograma siguiente, hay una cierta, aunque no alarmante, desviación de la normal:

Gráfico 8.



DISCUSIÓN

DISCUSIÓN.

El cálculo de la edad cronológica es un objetivo casi imposible de conseguir si no se cuenta con la fecha del registro de nacimiento de una persona.

Obtener la edad de maduración o edad fisiológica es mucho más viable si se dispone de un individuo o en su defecto, partes de él. Dichas partes deben pertenecer a su esqueleto o a su dentadura, debido a que son estructuras que permiten explorar y conocer el grado de maduración que se ha alcanzado al momento de la muerte.

Para esto, numerosos autores han estudiado minuciosamente, desde hace un par de siglos, las características físicas y estructurales del cuerpo humano que van cambiando desde la etapa fetal hasta la adultez.

En base a las publicaciones derivadas de estos estudios, se ha ido depurando la información hasta concluir que la estructura ósea y los dientes son las partes que más datos pueden aportar a la estimación de la edad.

Para este fin, el desarrollo y maduración de las estructuras dentales presentan una menor variabilidad debido a que son independientes, casi completamente, de las influencias del medio ambiente y los agentes físicos externos e internos. Su proceso de maduración tiene, eso sí, un fuerte componente genético que lo regula y lo hace convenientemente predecible a la hora de estudiar su cronología y utilizarlo para la estimación de la edad en niños y adultos jóvenes.

Existen múltiples métodos diseñados para distintas poblaciones y con resoluciones estadísticas también muy variadas. Sin embargo, el procedimiento generalmente es el mismo: correlacionar estadios de maduración dentaria, observados radiográficamente, con esquemas o diagramas estandarizados de maduración, obtenidos de una población de edad cronológica conocida (Martin de las Heras, 2005).

Consideraciones sobre el diseño del estudio.

Cuando este proyecto se inició se disponía de una colección de radiografías panorámicas considerablemente amplia, aún necesitada de limpieza, y con posibilidades de ser extendida en algunos tramos de edad. En consecuencia teníamos que comprobar si cumplía, o hasta qué punto cumplía, las condiciones necesarias para alcanzar unos resultados fiables y satisfactorios.

Depurada la muestra inicial, trabajamos sobre una selección formada por las radiografías en las que se pudiesen observar los 8 dientes mandibulares izquierdos correctamente. Para lograr la posibilidad de incluir el tercer molar en el estudio establecimos un rango de edad de los 2,97 a los 20,33 años. Autores como Chaillet y Demirjian (2004) y Chaillet y cols., (2004), solo incluyen hasta los 18 años. En cambio otros como Roberts y cols., (2008) utilizan un rango de edad de 1.8 a 26.1 años.

Observamos que los grupos mejor representados fueron los centrales (7 a 12 años) y que deberíamos haber incluido en la muestra más individuos de edades más bajas. Sin embargo hay que tener en cuenta, que esta muestra fue seleccionada de una base de datos compuesta por radiografías panorámicas hechas en la primera visita en consultas de Ortodoncia u Odontopediatría, por razones de diagnóstico y de toma de decisiones de tratamiento, mientras que en niños en fase de dentición temporal no suele ser necesaria la realización de panorámicas para este fin. Por otra parte, la toma de radiografías a estas edades es difícil.

El muestreo no ha podido ser aleatorio pero se ha hecho sin sesgo de selección otro que la calidad de las radiografías. Es, por lo tanto, un muestreo pseudoaleatorio y creemos que las consecuencias para el análisis son poco importantes, ya que la muestra es de tamaño considerable, 1815 individuos. Los estimadores muestrales habituales, como la media, se ajustan a la normalidad y puede utilizarse estimación a través de intervalos de confianza y contrastes de hipótesis paramétricos.

Las limitaciones de tener grupos de edad con un n escaso en la muestra se hacen evidentes en aquellas ocasiones en las que algún parámetro, como la edad de logro de los distintos estadios de desarrollo dentario, está calculado sobre menos de 30 individuos por lo que el error estándar aumenta, el intervalo se ensancha y lo hallado pierde utilidad. Esto hace que consideremos más fiables y útiles, en las tablas de resultados (Tablas 2 y 3), las celdas con datos calculados sobre suficiente muestra.

Demirjian y cols., (1973); Chaillet y cols., (2004) encontraron el mismo problema en sus estudios. No tuvieron suficiente representación de edades tempranas y lo refieren como una limitación en sus muestras.

La importancia de lo que se ha explicado antes también reside en posibles errores de interpretación, como las diferencias altamente significativas (p -valor $<0,001$) entre la edad calculada y la cronológica, que han sido relacionadas con diferencias de población. Pero hay muchos factores que influyen en la exactitud y la precisión en cualquier estudio de la predicción de la edad (Liversidge 2012), incluidas las muestras escasas en los grupos de edades más tempranas, que aumenta el error de las estimaciones, independientemente del método de cálculo (Smith 1991).

Liversidge y cols., (2010a) aseguran que el funcionamiento de los métodos basados en la edad media dentro de una etapa se puede mejorar mediante el uso de una distribución de grupos de edad uniforme. En 2006 esta misma autora y sus colaboradores habían realizado ya un trabajo en el que comparan varios estudios, que tienen en común el hecho de que utilizaron las etapas de Demirjian al igual que nosotros, como referencia para hacer estimaciones de edad. El objetivo era demostrar que no había diferencia reales entre distintas poblaciones y comentan que hacer comparaciones de resultados entre trabajos tan distintos en cuanto a estructura de muestra y tratamientos estadísticos es lo que lleva a diferencias significativas entre poblaciones y no diferencias raciales ni seculares, como se suele sugerir.

Discusión

Nuestra muestra, aunque no respeta la distribución de la edad en grupos homogéneos por sexos, es una muestra considerablemente amplia, como ya se dijo, y creemos que suficientemente representativa. En la literatura encontramos trabajos sobre métodos de estimación de edad basados en muestras de tamaño similares a la nuestra, Roberts y cols., (2008) trabajan sobre 1547 radiografías panorámicas de referencia (RP), Chudasama y cols., (2012) con 1231 RP; Mitchell y cols., (2009) con 1722 RP; Yadava y cols., (2011) con 3662 RP.

Al realizar la revisión bibliográfica encontramos numerosos artículos en los que se describen métodos que, como en el que proponemos, basan la estimación de la edad en el desarrollo dental (utilizando radiografías), con una amplia variedad en cuanto a metodología y muestra. Algunos de estos autores son, Nolla (1960), que trabajó con radiografías periapicales, extraorales laterales de mandíbula y oclusales; Moorrees y cols., (1963 a y b) usaron periapicales para los dientes superiores y laterales para los dientes mandibulares; Kullman y cols., (1995) solo con radiografías periapicales y Demirjian y cols., (1973); Haavikko (1974); Demirjian y cols., (1976); Anderson y cols., (1976); Willems y cols., (2001); Nyström y cols., (2007); Liversidge y cols., (2006); Roberts y cols., (2008) basaron sus observaciones en radiografías panorámicas.

La radiografía panorámica fue la radiografía de elección debido a que Demirjian trabaja con dientes mandibulares izquierdos. Este tipo de método diagnóstico proporciona una visión bastante real del estado de esas piezas dentales, sin superposición de estructuras óseas y apenas elongación de la imagen.

Demirjian y cols., (1973) justifican el uso de este tipo de estudio radiográfico, frente a las periapicales utilizadas en estudios previos de maduración, ya que son más sencillas de realizar que las intraorales en niños de menor edad. Adicionalmente, la radiación es menor (sobre todo en los años en los que se realizó el estudio) y la imagen

de la región mandibular sufre menos distorsiones. Actualmente la radiación no es un problema técnico debido a que los aparatos de radiografía digital ofrecen una radiación mínima. También afirman que, aunque se produce entre un 3 y un 10% de elongación en la región mandibular, esto no supone un inconveniente, ya que el sistema propuesto para determinar el estadio de cada diente se basa en criterios de forma, por lo que las distancias o longitudes absolutas no se tienen en cuenta.

Autores como Demirjian y cols., (1973, 1976, 1978), Haavikko (1974), Anderson y cols., (1976), Nyström y cols., (2007), Chaillet y Demirjian (2004) Chaillet y cols., (2004), Schmeling y cols., (2004), Liversidge y cols., (2006) Liversidge y cols., (2010), Liversidge y Marsden (2010), Chudasama y cols., (2012), Makkad y cols., (2013) han utilizado la radiografía panorámica en sus trabajos con buenos resultados en cuanto fiabilidad de la imagen respecto a la realidad, lo que se refleja en la comparación de la edad dental con la edad cronológica.

Escoger el esquema de Demirjian y cols., (1973) como guía para valorar gráficamente las diferentes etapas de maduración por las que pasa un diente en su desarrollo, fue una decisión basada en todo lo dicho anteriormente y a que, según Liversidge y cols., (1998), Schmeling y cols., (2004), Olze y cols., (2005) y Rai y Kaur (2013), las etapas seleccionadas por Demirjian y cols., (1973) son suficientes en número y su definición no depende de estimaciones especulativas de longitud. Además, no solo proporcionan dibujos sino también la fotografía correspondiente, tal cual se observa en la radiografía y una descripción detallada de cómo debe usarse el esquema. Estas características las hacen ideales para este fin.

Una de las características también muy importantes que encontramos en la literatura sobre las etapas de Demirjian es que las observaciones hechas por un solo autor son bastante precisas. Nosotros obtuvimos una concordancia intraobservador muy buena: Kappa 0,942. Otros autores como Roberts y cols., (2008) (Kappa 0,902);

Discusión

Mitchell y cols., (2009) (Kappa 0,82); Yadava y cols., (2011) (Kappa 0,763); Chudasama y cols., (2012) (Kappa 0,9135); obtuvieron resultados que, como se puede observar, son también bastante precisos.

Quizá el método que más veces se ha probado en diferentes poblaciones es el de Demirjian y cols., (1973), según la información hallada en las bases de datos. Así mismo autores como Koshy y Tandon (1998), Liversidge y Molleson (1999), Bolaños y cols., (2000), Tunc y Koyuturk (2008), Al-Eram (2008); Liversidge (2010 a y b), Lee y cols., (2011) y Celikoglu y cols., (2011), han utilizado este método para probar su funcionamiento en poblaciones distintas a la Franco-Canadiense para la que fue creado.

Willems (2001), Chaillet y cols., (2004), Schmeling y cols., (2004), Olze y cols., (2005), Liversidge y cols., (2006), Nyström y cols., (2007), Roberts y cols., (2008), Mitchell y cols., (2009), Liversidge y cols., (2010), Liversidge y Marsden (2010) y Chudasama y cols., (2012), son autores que utilizaron, al igual que nosotros, el esquema de Demirjian y cols., (1973), en sus estudios como guía de las etapas de desarrollo.

Schmeling y cols., (2004), Olze y cols., (2005), Nyström y cols., (2007), Araujo y cols., (2010); Liversidge (2010a) y McGettigan y cols., (2011) modificaron el dibujo de Demirjian incluyendo en él una o dos etapas más debido a que su objetivo era también calcular la mayoría de edad, para lo cual debieron incluir en su muestra individuos de edades más avanzadas en la que el tercer molar estuviese presente. Situación que coincide con la de nuestro trabajo.

Con respecto a este punto debemos decir que el haber agregado la etapa 0 o de cripta para la evaluación más extensa del tercer molar no tuvo una repercusión importante en el resultado de nuestros hallazgos. Esto lo afirmamos debido a que en el

modelo de regresión no se incluyó esta etapa como variable, lo que significa que no aportaba nada significativo en la estimación de la edad ni en los menores de 14,5 años, ni en los mayores de esa edad.

Consideraciones sobre las estimaciones

Muchos autores a lo largo de los años han trabajado para crear un método de estimación de edad fiable para su población. Basándonos en estos estudios hemos querido lograr un método sencillo de utilizar y lo más exacto posible para el mismo fin.

La diferencia más evidente en cuanto a cada trabajo es básicamente el tratamiento estadístico que puede aplicarse para obtener una edad dental lo más parecida a la edad cronológica y utilizarla en los diferentes contextos en los que este concepto es necesario.

La primera fase de todos los trabajos que tienen como objetivo la estimación de la edad utilizando el desarrollo dental, es conocer la edad de cada etapa en los individuos de edad conocida sobre los que se basa el estudio. El método puede ser curvas de distribución acumulativa, o **edad media de los individuos en una etapa**. La estructura de la base de datos que va a ser objeto de análisis estadístico es diferente. El que la estructura fuese igual para el cálculo de una ecuación de regresión y el de la edad media de individuos en una etapa, nos hizo escoger este método en vez del de curva de distribución acumulativa dado que los resultados son equivalentes (Smith 1991).

La obtención de la media de edad de los sujetos en una etapa ha sido utilizada por autores como, Nolla., (1960), Nanda y Chawala (1966), Nyström y cols., (1977, 2007) y Liversidge y cols., (2006), Liversidge Marsden (2010, Liversidge y cols., (2010),

Discusión

para estudiar situaciones del desarrollo dental en que la etapa de formación es conocida y el objetivo es estimar la edad.

Conociendo la edad media de cada etapa, es decir, una vez que se relaciona cada etapa con una edad, se aplica el procedimiento estadístico que se ha elegido para proporcionar el método de estimación de edad aplicable a esa población, o a otras. En este punto la comparación y estudio de los diferente trabajo se hace difícil ya que muchos autores no suelen dar especificaciones claras de cómo realizan el proceso.

Liversidge y cols., (2010) utilizaron regresión logística para crear tablas de edad media de consecución de una etapa en una gran muestra, controlando la distribución de la edad. Estas tablas de edades medias son utilizadas como guías de referencia en odontología clínica, forense, antropología y arqueología, al igual que las propuestas por Nystrom y cols., (2007).

Un modelo de regresión lineal múltiple creado para la estimación de edad, en este caso edad dental, se basa en la obtención de un valor que viene dado por la aportación, y a veces interacción, de las diferentes variables. En este caso fueron sexo, edad, diente y etapa de maduración alcanzada.

En estimación de edad siempre se ha perseguido la exactitud. Procedimientos estadísticos, basados en la relación de las variables, para el logro de una estimación lo más exacta posible. Los métodos de regresión lineal han sido muy utilizados para obtener el valor de la variable dependiente 'la edad', de acuerdo a la variable independiente que será le etapa en la que se encuentre el diente. Autores como Braga y cols., (2005), han puesto en duda que esta solución estadística sea la más apropiada ya que argumentan, basados en estudios anteriores, que la regresión como tal se da sobre valores discretos, cuando el proceso de desarrollo dental representado por las etapas de maduración es un fenómeno continuo. Por este motivo propone el uso de

método Bayesiano, o predicción Bayesiana, que toma en cuenta fenómenos anteriores y posteriores de los hechos y podría ser el más indicado en un proceso continuo. Estos autores, no aportan conclusiones claras sobre la diferencia entre un método y otro en cuanto a precisión, pero dejan abierto un camino por explorar. Muchos de los autores que han trabajado con regresión aplicada a la estimación de la edad, lo han hecho para crear nuevos valores para cada etapa y así crear tablas como las de Demirjian pero adaptadas al país de la muestra sobre la que trabajan, buscando siempre más precisión, por la creencia de que las variaciones de resultados usando el mismo método vienen de la diferencia entre poblaciones (etnicidad). Estos autores proporcionan, como método de estimación, tablas de consulta para obtener edades sumando los valores obtenidos para cada etapa. Teivens y Mörnstad (2001) proponen la función cubica como modificación del método de Demirjian para la construcción de las tablas específicas, para cada región. Willems y cols., (2001) utilizan ANOVA para modificar el método de Demirjian y cols., (1973) para la población Belga.

Pocos métodos están diseñados realmente para la estimación de la edad (Smith, 1991). Por ejemplo, la escala de maduración de Demirjian y cols., (1973) fue creada para evaluar la maduración dental en niños de edad conocida, al igual que todos los demás autores que presentan tablas guías de edades de maduración Willems y cols., (2010), Franco y cols., (2013) y Chaillet y cols., (2004), Sukhia y cols., (2012).

Nuestra idea al presentar un modelo de predicción de la edad dental de un individuo era que se pudiera utilizar de manera práctica y obtener resultados individualizados, dando un error de estimación que permita al interesado conocer cómo funciona dicho modelo en la muestra en la que lo va a utilizar.

No encontramos en la literatura ningún estudio que realizara la estimación de edad con un modelo como el que presentamos. Solo Cameriere y cols., (2006), presenta una fórmula de regresión con múltiples variables incluidas en ella por la

Discusión

significancia en su influencia en la estimación (al igual que en esta tesis), pero usando como variables medidas de ápices abiertos en siete dientes mandibulares izquierdos.

Encontramos dos autores que presentan fórmulas de regresión para calcular la edad pero usando terceros molares solamente. Mesotten y cols., (2002) da fórmulas de regresión para estimar la edad, pero basadas en las etapas de Gleiser y Hunt modificadas e incluye los 4 terceros molares. Darji y cols., (2011) cuyas formulas son muy simples, y toma en cuenta una sola etapa de formación. Este autor trabaja también con etapas de Demirjian. Un trabajo similar presento Hassan y Hamila (2007) incluyen los 4 terceros molares. También encontramos algunos autores que trabajaron con Regresión Lineal Múltiple, la gran mayoría de ellos en estimación de edad de adultos, Kvaal y cols., (1995), Solheim (1993) y Valenzuela y cols., (2002), entre otros.

En la estimación de edad en subadultos y adultos jóvenes aparecen autores como Mörnstad y cols., (1994), Liversidge y Molleson (1999), Mesotten y cols., (2002) y Gunst y cols., (2003); estos dos últimos aplicado en terceros molares.

En 2011 encontramos a Maret y colaboradores, que haciendo uso de la tecnología con el Cone-Beam Computed Tomography (CBCT), obtienen medidas de volumen de cada diente y de ahí, mediante un modelo de regresión lineal múltiple estiman la edad dental de un individuo.

Con una muestra de estudio tan amplia, tanto en número de individuos como en rango de edad, era necesario aventurarse a crear el modelo de estimación, no solo en subadultos si no también en adultos jóvenes, en los que la mayoría de edad principalmente en casos forenses.

En el conjunto de dientes 3.1 a 3.8 se tienen cronologías de desarrollo claramente diferentes según la edad del individuo. Así, el segundo y tercer molar son

de aparición especialmente tardía (el tercero, incluso, no ha aparecido en el 47,9% de la muestra). Otros, en cambio, son de desarrollo más temprano y a partir de una relativamente corta edad la mayoría de los individuos han alcanzado la etapa máxima de desarrollo. A partir de esa edad, la etapa de maduración dejaría de ser un buen predictor. Por tanto se consideraron los dos modelos por separado. Este análisis constituye el núcleo fundamental de la investigación.

Con el proceso de estimación de edad perseguimos el objetivo de encontrar el método que al aplicarse arroje un valor determinado que se corresponda con la edad real del individuo. Que la diferencia entre dicho valor y la edad cronológica o real del individuo sea lo más cercana posible a cero. Para esto además de la obtención de una ecuación en la que se utilizan las aportaciones de las distintas variables para obtener una cifra en años, es necesario validar este resultado probando dicha ecuación en parte de la muestra y así determinar la exactitud que se puede obtener al utilizar el modelo de estimación.

Existen dos conceptos básicos en la estimación de edad, precisión y exactitud. La primera según, Sierra Bravo (1991), se refiere a “la cercanía entre mediciones repetidas” y la segunda a “la cercanía de una medición al valor real”. En la literatura se pueden encontrar estos conceptos intercambiados e incluso estas dos palabras utilizadas indistintamente. Concretando el significado de cada término podemos decir que la exactitud es esencial en lo referente a las estimaciones de edad y se representa en este estudio como la proximidad a cero de la diferencia entre la edad calculada y la edad real. Según Ferrante y Cameriere (2009) Exactitud o validez, quiere decir “sin sesgo” y Precisión o confiabilidad, se refiere a “poco error”.

Para verificar la exactitud de los modelos obtenidos, segmentamos las muestras que corresponden a cada grupo de estimación (muestra de estimación y muestra de

Discusión

validación), de manera similar a como lo hicieron en sus estudios Roberts y cols., (2008).

De la capacidad explicativa del modelo estimado dedujimos su utilidad práctica para predecir cuál será la edad de un individuo, si sólo se conoce su sexo y su grado de desarrollo dentario.

Uno de los detalles más importantes de la creación de este modelo de predicción fue esta segmentación de la muestra para validarlo, probando la utilidad y el comportamiento de la fórmula. 70% y 30% fueron los porcentajes de segmentación que utilizamos. Como ya se explicó claramente en el capítulo de metodología estadística. Algunos autores han probado su método escogiendo porcentajes menores como muestra de validación. Chudasama y cols., (2012) escogieron 50 radiografías de su muestra al igual que Mitchell y cols., (2009), Yadava y cols., (2011) utilizan 100 radiografías en vez de 50.

Un modelo que no es capaz de dar una estimación lo más real posible de la edad de los individuos de la muestra de análisis no podrá ser utilizado como método de cálculo de edad y mucho menos como estimador de edad en muestras diferentes a la estudiada.

El análisis del error además de ser ineludible como estándar de validación de un modelo, es un punto clave en la evaluación de un modelo, dado que, ayuda a evaluar la calidad de la de su función esencial y sirve de base para localizar vías de mejora.

Según Prieto (2005), la recomendación de UNHCR (1997) es que, cuando se utilizan procedimientos científicos en la estimación de la edad, debe proporcionarse el margen de error.

El valor obtenido de las respectivas muestras de validación se representa como el error de aplicación del modelo en una muestra diferente para la que fue creado (se explica con más detenimiento en el apartado de cada modelo).

Importancia y validez de los hallazgos

Se obtuvo un modelo de regresión para la estimación de individuos con edad inferior a 14,5 años (Modelo 1), esto ayudó al cumplimiento de la hipótesis de homocedasticidad, porque se excluyó del análisis la cola de individuos de más edad que generaba asimetría en la distribución de la edad y que se hubiese asociado a peores predicciones y mayores residuos.

Tras segmentar la muestra inicial utilizada para el Modelo 1 en dos partes (70% y 30%), asumiendo que la aplicación de la ecuación obtenida en una muestra distinta aun extraída de la misma población generara índices de calidad siempre inferiores, se validaron los resultados sobre el 30%.

Un valor de 0,831 correspondiente al coeficiente de determinación R^2 en la muestra de análisis, significa que un 83,1% de la variabilidad de la edad en dicha muestra puede ser explicada a partir del estado de desarrollo de los factores incluidos. Por tanto, se trata de un modelo con una elevada capacidad explicativa. Autores como Haavikko (1974) obtuvieron valores similares $R^2=0,88$; Camerire y cols., (2006) $R^2=0,836$.

El coeficiente R^2 en la muestra de validación es 0,808, indicativo de que la ecuación de regresión obtenida es también aplicable a otras muestras, al menos de la misma población, con buen grado de fiabilidad.

Discusión

Se obtuvo un error medio de estimación de -0,027 años (dos semanas) entre la edad estimada y la edad real. Una diferencia realmente pequeña en términos de predicción, prácticamente 0. El valor negativo se explica como una subestimación de la edad real. Si se utilizase para calcular un intervalo de predicción dentro del cual pudiese estar la edad real con una cierta probabilidad, se podría poner la misma cifra a ambos lados del intervalo.

Roberts y cols., (2008) obtuvieron un error en su muestra de validación de 0,29, años bastante más alto que el nuestro, aunque lo mantiene también dentro de una estimación fiable. Ellos al igual que nosotros no hacen diferencias entre sexos a la hora de calcular el error. Otros autores que hacen referencia a un error de estimación diferenciado por sexos son: Mitchell y cols., (2009) 0,23 años en chicos y 0,27 años en chicas; Yadava y cols., (2011) 0,12 años (1,44 meses) en chicas y 0,33 años (3,96 meses) en chicos; Chudasama y cols., (2012) -0,1 años (-1,2 meses) en chicos y 0,05 años (-0,6 meses) en chicas.

Si se quiere hablar en unidades 'años', el modelo permite hacer predicciones que no se alejan más, en promedio, de 0,953 años de la edad real. Este dato es bastante más bajo que lo que los ± 2 años con el que nos encontramos en la mayoría de métodos (Mörnstad y cols., 1994).

En general se observa una ligera sobreestimación (Willems y cols., 2001, Roberts y cols., 2008) cuando se compara la edad pronosticada con la edad real, sobre todo en la edades más avanzadas en las que la variabilidad va en aumento. De esto se intuye que la precisión de la estimación de la edad dental es mucho más exacta en edades iniciales, edades en las que todos los dientes permanentes están en pleno desarrollo. Sin embargo, Liversidge y cols., (2010) encontró que todos los métodos que probó en este estudio suelen subestimar en edades bajas y sobreestimar en edades más avanzadas.

Conocer el sexo no es importante, excepto en estadios avanzados del 3.2 en los que sí aporta una información útil para mejorar las estimaciones (no encontramos estudios que obtuvieran resultados similares a este). Esto se puede interpretar de la siguiente manera: en presencia de las otras variables que indican el estado de desarrollo de los dientes, la estimación de la edad no mejora substancialmente si se añade el sexo. Se trata de un resultado lógico, ya que para las distintas etapas de formación de una pieza la edad media de aparición varía en magnitud considerable, mientras que entre chicos y chicas con un mismo estado, en el que la diferencia en edad media no supera el año en el caso más extremo, la explicación de la edad no mejora substancialmente.

Por supuesto, el hecho de que el sexo no aumente la explicabilidad de la edad en presencia de las otras variables no tiene nada que ver con que para un determinado estadio haya diferencias significativas por sexo. Para un individuo en etapa H del 3.2, el incremento en años será de 1,408 y además 0,849 si se trata de un varón. Este resultado sugiere una coincidencia con que los niños tienen una edad superior a las niñas de aparición de una etapa. El desarrollo dental de las chicas suele ser antes que el de los chicos. Pero no encontramos ningún trabajo que tuviese resultados similares al nuestro en cuanto a que el Incisivo lateral inferior (3.2) tenga una diferencia significativa en su cronología de formación entre chicos y chicas. Consideramos este hallazgo aislado e interesante de evaluación. Pensamos que en todo caso que en el modelo de predicción, por lo que observamos con respecto a la gran diferencia entre los tiempos de formación del canino entre chicos y chicas, la variable que tendría que estar relacionada con el sexo en la fórmula de regresión debería haber sido el 3.3G (este hallazgo se explica con más detenimiento en el apartado dimorfismo sexual al final de este capítulo).

Las etapas de desarrollo son los predictores fundamentales de la edad de un individuo. Hemos mostrado que la edad de un individuo puede predecirse

Discusión

notablemente bien a partir del conocimiento de su estado de desarrollo en dientes 3.2, 3.3, 3.4 y 3.7 (utilizando nuestro Modelo 1). La información sobre el 3.5 también es importante pero a un nivel menos influyente. Los dientes 3.1 y 3.6 no están aportando nada nuevo con respecto a los anteriormente referidos, como podía esperarse por su temprana formación. Estas piezas dentarias son de desarrollo similar en tiempos, por esta razón la información dicho de algún modo, se solapa. No aportan nada relevante.

En el Modelo 2 solo trabajamos con el 3.8. Así pues creamos un modelo de estimación para adultos jóvenes (mayores de 14,5 años) y básicamente conocer si han alcanzado la mayoría de edad o no. Muchos autores han dedicado sus estudios a esta etapa del desarrollo de un individuo Levesque y cols., (1981), Clow (1984), Mesotten y cols., (2002), Solari y Abramovitch (2002), Da Silva y cols., (2004), Prieto y cols., (2005), Olze y cols., (2006), Hassan y Hamila (2007), Knell y cols., (2008), Schmelting y cols., (2008), Prieto (2008), Lee y cols., (2010), Van Vierberghe y cols., (2010), Boonpitaksathit y cols., (2010), Panchbhai (2011), Mc Gettigan y cols., (2011), Maret y cols., (2011), Verma y cols., (2011), Thevissen y cols., (2012), Tuteja y cols., (2012) y Panchbhai (2012) entre otros.

Aunque la formación de la corona del tercer molar comienza a los 7 u 8 años, es la formación de la raíz del segundo molar la que expresa la cronología más relacionada con la edad dental (Clow 1984). El segundo molar se considera un buen predictor hasta superados los 10,5 años, cuando su poder discriminatorio disminuye. Esto quiere decir que a partir de esa edad el único diente que puede darnos una información sobre edad es el tercer molar.

En edades inferiores a los 12 años el modelo tiende a sobreestimar la edad, invirtiéndose la tendencia a partir de los 16 años (Véase gráfico 5). Esto nos indica que al hacer estimaciones a partir de este modelo podemos dar valores inferiores a los reales. Eso a la hora de asegurar si un individuo es mayor de edad, es decir ha

alcanzado los 18 años puede ser un problema de inferencia legal. Pero es lo que podía esperarse dado que la estimación de la edad cronológica no puede ser puntual sino de intervalo. Difícilmente puede encontrarse un predictor que cumpla la citada función.

Un tercer molar puede alcanzar su desarrollo completo antes de los 18 años. Por esta razón Knell y cols., (2009) sugiere que estos dientes no son adecuados para una estimación precisa cuando se trata de haber alcanzado o no la mayoría de edad en 18 años. En lo que Liversidge y Marsden (2010) y Acharya (2011) coinciden y esta última afirma que utilizando el tercer molar se puede asegurar que un individuo no es mayor de edad en un 85,7%, y solo en un 60% se puede identificar correctamente la mayoría de edad. En nuestro trabajo la edad media en la etapa H fue en chicos 17,55 y en chicas 17,67, esto significa que seguramente si el diente 3.8 está en la etapa H, el individuo habrá cumplido 18 años. Prieto (2005), Liversidge y Marsden (2010) y Mc Gettigan y cols., (2011) coinciden en apoyar esta idea. Prieto (2005) dice que tras recoger información de otros trabajos sobre el tercer molar se puede decir que si este diente se encuentra en el estadio H de Demirjian, la probabilidad de que el individuo sea mayor de edad (en el caso de España 18 años) es de un 90%. La edad media de la etapa H para este autor fue 20,5 años. Pero no se puede descartar que el individuo pueda haber alcanzado el desarrollo completo del 3.8 y no tener 18 años como advierte Knell y cols., (2009). Autores como Da Silva y cols., (2004) afirman que si el individuo es de sexo masculino al alcanzar la etapa F tiene una alta posibilidad de tener 18 años y las chicas en la etapa G. Prieto (2002) a diferencia de los anteriores afirma que las chicas en etapa G están en edad legal y los chicos en cambio en etapa H. Mc

Las etapas de desarrollo del diente 3.8 hacen de él un predictor de edad, de una calidad moderada, lo que es apoyado por Kullman (1995) y De Salvia y cols., (2004). Si se encuentra en la etapa H, el sexo ayuda a mejorar la estimación.

Discusión

Aunque en general no obtuvimos resultados en los que se pudiera afirmar que hay diferencia entre la edad media de los chicos y chicas en las etapas del tercer molar, como también refiere Darji y cols., (2011), del modelo se puede extraer que si se conoce el sexo cuando el 3.8 está en la etapa H se puede mejorar la estimación. El sexo no es globalmente significativo. Si sabemos la etapa de evolución de la pieza 3.8, conocer el sexo del individuo no mejora esencialmente las predicciones de edad. Ahora bien, el término $H_{3.8_{SEXO}}$ se revela estadísticamente significativo. La interpretación es que cuando el 3.8 de un joven está en fase H, conocer el sexo sí aporta información útil para mejorar la predicción de la edad. En este caso, como el coeficiente es -1,85, ésta es la diferencia de edad entre una chica y un chico en estado H (el chico presenta una edad 1,85 años menor).

Levesque y cols., (1981) encontró que los chicos eran 1,5 años menores que las chicas en la etapa de cierre apical. En el estudio de Nyström y cols., (2007) el valor fue de 1,19 años. De esto se intuye que los chicos tendrán una edad menor que las chicas en la etapa H, coincidiendo con muchos autores, Levesque y cols., (1981), Solari y Abramovitch (2002), Prieto y cols., (2005), Prieto (2008), Knell y cols., (2009), Lee y cols., (2010), Zeng y cols., (2010), Thevissen y cols., (2010), Caldas y cols., (2011), Van Vlierberghe y cols., (2010), Boonpitaksathit y cols., (2011), McGettigan y cols., (2011) y Panchbhai (2011).

Leyendo a Harris (2007) es evidente que tiene la misma opinión sobre el tema ya que dice que el tercer molar proporciona un indicador aproximado de la edad cronológica de un individuo, pero la variabilidad se opone a la realización de cualquier estimación precisa.

El modelo de estimación de niños más jóvenes (Modelo 1) es de mejor calidad predictiva que el de los mayores (Modelo 2). Se supone que esta situación es debida a que la actividad de crecimiento es mucho mayor en esas edades, los indicadores de

madurez máximos y la tasa de desarrollo más rápida, coincidiendo con Moorrees y cols., (1963a), Haavikko (1974), Demirjian y cols., (1980), Kullman (1992), Arévalo y cols., (2001), Liversidge (2008a). Los métodos funcionan mucho mejor en dentición temporal y con dentición mixta temprana y tardía que con la dentición permanente (Corral y cols., 2010).

La conclusión es que a partir de los 14-15 años, la mayoría de individuos presentan un desarrollo completo de casi todos los dientes, con la única excepción del 3.7 Y 3.8 (Kullman 1992). Miles (1959) afirma que, es posible estimar la edad dental con un grado moderadamente alto de precisión hasta la edad de 14 años, probablemente dentro de un margen de error de más de un año. Entre los 14-20 años la precisión disminuye progresivamente a medida que depende del tercer molar, que es el diente que más variabilidad presenta en su desarrollo. Esta observación coincide con Levesque y cols., (1981), Chaillet y Demirjian (2004), Chaillet y cols., (2004), Prieto (2008), Knell y cols., (2009), Sharma y Srivastava (2010), Van Vlierberghe y cols., (2010) y Lee y cols., (2010).

Un individuo de un sexo determinado que pasa de etapa 0 a etapa A no ve significativamente incrementada su edad. Sin embargo, a partir de la etapa B sí se aprecian coeficientes significativamente no nulos, asociados a incrementos de la edad.

En este caso el coeficiente de determinación (R^2) es 0,647, lo que indica que casi el 65% de la variabilidad de la edad en la muestra puede explicarse a partir de la situación de desarrollo del tercer molar. Se trata, por tanto, de un modelo aceptable, pero de considerable menor calidad que el del apartado anterior. En la muestra de validación el $R^2=0,656$, esto es, a un nivel similar que el obtenido para la muestra de análisis. Esto supone que al utilizarlo en una muestra diferente a la de análisis puede funcionar también con un grado medio-alto de fiabilidad. Autores como Darji y cols.,

Discusión

(2011) obtienen un R^2 0,60, Prieto y cols., (2002) presentan un R^2 de 0,54 en chicos y R^2 de 0,45 en chicas.

El error de predicción en este modelo fue de -0,13 años (1,5 meses) un valor negativo que indica subestimación en la edad estimada con respecto a la real.

Prieto y cols., (2002) indican una diferencia entre edad estimada y edad cronológica (error) de -0,10 años, bastante similar al nuestro. Mitchell y cols., (2009) obtuvieron un error de predicción de 0,3 años en su muestra de validación, siendo más alto que el error obtenido en nuestro modelo.

Dimorfismo sexual

Este punto consideramos que merece una atención especial. Para explicar con mayor detalle, los resultados en cuanto a sexo se incluyen en cada uno de los modelos.

Coincidimos con Schour y Massler (1941), Garn y cols., (1965, 1972), Moorrees y cols., (1963a), Anderson y cols., (1976), Demirjian y cols., (1980), Chaillet y cols., (2005), Nyström y cols., (2007) y Liversidge (2012), en que existen diferencias en la distribución de la edad a la que individuos de sexo masculino y los de sexo femenino se encuentran en cierta etapa de desarrollo. Para todas las diferencias detectadas en las piezas 31 a 37, se recuerda que los chicos tienen una edad media de aparición de cada etapa posterior a la de las chicas. Es decir, estas tienen sistemáticamente una edad de aparición anterior a la de los chicos, para cualquier etapa de desarrollo que se evalúe (Tablas 2 y 3).

Demirjian y Levesque (1980) indican que las diferencias entre ambos sexos en cuanto a la cronología de las etapas A, B y C no son significativas. A partir de la etapa D comienza a aparecer variabilidad.

En la etapa G para el diente 3.3 encontramos la diferencia media de edad más representativa (-1,114) es decir, en promedio los chicos se presentan en esta etapa de desarrollo con una edad superior en más de un año que las chicas. Este resultado concuerda con Anderson y col., (1976), también Demirjian y Levesque (1980) que encontraron una diferencia similar pero en la etapa H.

Nyström y cols., (2007) afirman que esta diferencia de edades en las etapas de desarrollo dental, al igual que en nuestro trabajo, es mayor en los caninos.

Un aspecto interesante a tener en cuenta en el desarrollo de los individuos jóvenes, y que algunos autores han estudiado a fondo, es la correlación de la formación de los dientes y la del esqueleto. Son procesos independientes pero que pueden coincidir en ciertos momentos. Autores como Harumi y Koecklin (2012) en Perú, estudiaron este fenómeno encontrando una alta correlación positiva entre los estadios de maduración dental y la curva de crecimiento puberal, especialmente en sexo femenino (utilizaron al igual que nosotros el dibujo de Demirjian para la identificación de las etapas dentales y Tanner-Whitehouse para las óseas), siendo la más alta para el canino inferior izquierdo ($R=0,815$), seguido del primer premolar inferior izquierdo (0,763). Analizando los resultados según el sexo, encontraron valores de correlación más altos para el sexo femenino con respecto al masculino. Concluyen que el estadio G de los caninos y premolares es representativo del pico de crecimiento puberal en ambos sexos. Autores como Coutinho y col., (1993) con una estructura de estudio similar, apoyan estos resultados. Tomando en cuenta que este pico de crecimiento puberal es alcanzado por las mujeres antes que en los hombres, según el mismo autor, aproximadamente 11,03 y 12,48 años respectivamente, coincide claramente con el hecho de que el estadio G del canino en nuestro estudio sea alcanzado por las chicas casi un año antes que los chicos.

Discusión

Demirjian y cols., (1985) refieren que el canino es el diente que más relación tiene con el pico de crecimiento puberal, aunque concluyen que la formación dental no guarda ninguna relación con los demás sistemas de crecimiento, que es totalmente independiente.

Otra coincidencia interesante se presenta con el trabajo que realizaron Plasencia y cols., (2005) quienes encontraron diferencias significativas en el orden de emergencia del canino inferior (Ci) con respecto a los primeros premolares (P1i y P2i) en mujeres. Encuentran que las secuencias polimórficas que muestran diferencias significativas entre los sexos son P2i antes que Ci, Ci antes que P1i. Esto se explica por las edades medias respectivas de emergencia. Es interesante señalar que nuestros datos contribuyen a explicar estas diferencias.

Según Demirjian y Levesque (1980) la consecución de la etapa G de un diente coincide con el momento de la emergencia, un par de años antes de entrar en la etapa F.

La erupción en las niñas se da antes que en los niños. Abarrategui y cols., (2000) encuentran una diferencia de 11 meses entre la erupción del canino inferior de las chicas y el de los chicos, esta información coincide con Demirjian y cols., (1980). En su estudio la diferencia significativa se presenta en las edades de erupción de los caninos inferiores, central superior y segundos molares inferiores.

Al revisar el trabajo realizado por Liversidge y cols., (2006) detallamos las tablas en las que se referencian los resultados de los trabajos comparados. En ellas observamos casi sistemáticamente una diferencia visible entre la media de edad de la etapa G en niños y niñas (menor edad en el sexo femenino), en 4 de 9 trabajos comparados. En los demás se presenta la diferencia en etapas F y H.

Según estos hallazgos el canino es el diente en el que el dimorfismo sexual se observa más acentuado, más de un año de diferencia entre chicas y chicos.

Observamos también que para el diente 3.8 no se ha detectado ninguna diferencia estadísticamente significativa. La edad media de cada estadio es similar en chicos y chicas. Pero en general, en los estudios sobre tercer molar, se ha encontrado que los chicos alcanzan el desarrollo de esta pieza dental antes que las chicas, Anderson y cols., (1976), Solari y Abramovitch (2002), Chaillet y Demirjian (2004), Prieto y cols., (2005), Nyström y cols., (2007), Knell y cols., (2009), Lee y cols., (2010), Zeng y cols., (2010) y Thevissen y Mörnstad (2010), son autores que afirman este suceso en sus trabajos.

De esto se deduce que en este diente se invierte la tendencia que se explicaba antes, en la que las chicas tienen edades menores que los chicos en cada etapa de desarrollo.

Prieto (2005) afirma que, en población española, la formación de las raíces del tercer molar ocurre antes en hombres que en mujeres.

Nuestros resultados sugieren que la edad media por sexos suele diferir en los estadios de desarrollo más avanzados, lo cual no significa necesariamente que en estadios tempranos no haya diferencias, simplemente que no hemos encontrado evidencia de las mismas. La explicación puede estar en la falta de potencia de los test cuando se aplicaron sobre submuestras pequeñas, como son las correspondientes a esas etapas. Es de notar que encontramos en la literatura que este hallazgo coincide con Anderson y cols., (1976) y Demirjian y Levesque (1980). Estos últimos hallaron que hasta los 5 o 6 años no hay diferencias significativas entre chicos y chicas. Del mismo modo que en las etapas de desarrollo dental iniciales o de formación coronal, donde tampoco encontraron diferencias. Demirjian y Levesque (1980), afirman que los

Discusión

tiempos transcurridos entre las etapas iniciales son menores que en las etapas más avanzadas, como ejemplo el tiempo entre la etapa A y la B es relativamente corto 0,6 a 2,6 años, exceptuando en el canino que es mayor, y el paso de la etapa G a la H es de 3,2 a 3,5 años.

A partir de la etapa D las diferencias comienzan a ser significativas y se hacen más evidentes en las fases de formación de la raíz. Panmchbhai (2011) indica que la menor cantidad de variación en el desarrollo se produce en el grupo de edad más joven, pero aumenta con la edad. Las diferencias en el tiempo promedio de las etapas de los dientes en los chicos y las chicas son pequeñas en la infancia (Liversidge 2012).

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones de este trabajo, los resultados permiten las siguientes conclusiones.

- 1.- Se han cumplido los objetivos planteados al iniciar esta investigación.
- 2.- Proponemos edades de alcance de una gran parte de las etapas de desarrollo dental de Demirjian en ambos sexos.
- 3.- Se proponen dos modelos para la estimación de la edad a partir del desarrollo dental que cumplen las hipótesis teóricas y se pueden considerar válidos.
 - a. Un modelo para individuos de menos de 14,5 años que muestra un R^2 de 0,81 ante la muestra de validación.
 - b. Un modelo para individuos de más de 14,5 años que muestra un R^2 de 0,66 ante la muestra de validación.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Abarrategui I, Gorritxo B, Goirienea F (2000) Edades medias de erupción para la dentición permanente. *Rev Esp Ortod*; 30: 23-29.

Abesi F, Haghaniifar S, Sajadi P, Valizadeh A, Khafri S (2013) Assessment of dental maturity of children aged 7-15 years using Demirjian method in a selected Iranian population. *J Dent (Shiraz)*; 14(4): 165-169.

Acharya A (2011) Accuracy of predicting 18 years of age from mandibular third molar development in an Indian sample using Demirjian's ten-stage criteria. *Int J Legal Med*; 125(2): 227-233.

Al-Emran S (2008) Dental age assessment of 8.5 to 17 year-old saudi children using Demirjian's method. *J Contemp Dent Prac*; 9(3): 1-10.

Alkass K, Buchholz B, Ohtani S, Yamamoto T, Druid H, Spalding K (2010) Age estimation in forensic sciences: Application of combined aspartic acid racemization and radiocarbon analysis. *Mol Cell Prot*; 9:1022–1030.

AlQahtani S, Hector M, Liversidge H (2010) Brief communication: the London atlas of human tooth development and eruption. *Am J Phys Anthropol*; 142(3): 481-490.

AlQahtani S, Hector M, Liversidge H (2014) Accuracy of dental age estimation charts: Schour and Massler, Ubelaker and the London atlas. *Am J Phys Anthropol*; 154(1): 70-78.

Anderson D, Thompson G, Popovich F (1976) Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. *J Forensic Sci*; 21(1):191-200.

Bibliografía

- Araujo A, Pontual M, França K, Beltrão R, Pontual A (2010) Association between mineralization of third molars and chronological age in a Brazilian sample. *Revista Odonto Ciência*; 25(4): 391-394.
- Arévalo C, Infante C (2001) Análisis y comparación de cuatro métodos radiográficos para determinar la edad dental (maduración dental) en dientes permanentes. *Int J Dent Anthropol*; 2: 9-15.
- Bang G, Ramm E (1970) Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta Odontol*; 28(1): 3-35.
- Black G (1936) G.V Black's work on operative dentistry, vol. I. Pathology of the hard tissues of the teeth, oral diagnosis. Chicago: Medico-Dental. Citado por: Smith H (1991). Standards of human tooth formation and dental age assessment. En: Kelley M, Spencer C. *Advances in dental anthropology*. New York: Wiley-Liss: 143-168.
- Bogin B (1990) The evolution of human childhood. *BioSci*; 40 (1):16-25.
- Bolaños M, Manrique M, Bolaños M, Briones M (2000) Approaches to chronological age assessment based on dental calcification. *Forensic Sci Int*; 110: 97-106.
- Boonpitaksathit T, Hunt N, Roberts G, Petrie A, Lucas V (2011) Dental age assessment of adolescents and emerging adults in United Kingdom caucasians using censored data for stage H of third molar roots. *Eur J Orthod*; 33(5): 503-508.
- Boyde A (1974) Photogrammetry of stereo-pair SEM images using separate measurements from the two images. *Scanning Electron Microscopy*. 101-108. Citado por: Hillson S (1996) Sequence and timing of dental growth. *Dental anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press: 118-146.

Bibliografía

- Boyde A (1984) Methodology of calcified tissue specimen preparation for scanning electron microscopy. En: Dickson G (1984). Methods of calcified tissue preparation. Amsterdam; New York. Elsevier. 251-307.
- Braga J, Heuze Y, Chabadel O, Sonan N, Gueramy A (2005) Non-adult dental age assessment: correspondence analysis and linear regression versus Bayesian predictions. *Int J Legal Med*; 119: 260–274.
- Bravo L (2003) Crecimiento craneo facial. En: Bravo LA coord. Manual de Ortodoncia. Madrid. Editorial Síntesis: 82-128.
- Brothwell D (1989) The relationship of tooth wear to aging. En: Iscan M (1989) Age Makers in human skeleton. Springfield. Tomas C. 303-316.
- Brothwell R (1963) Dental anthropology (Vol. 5). Pergamon. Citado por: Hillson S (1996) Secuence and timing of dental growth. Dental anthropology. Cambridge: Cambridge University Press: 118-146.
- Brothwell, D (1981) Digging up bones: the excavation, treatment, and study of human skeletal remains. Cornell University Press.
- Caldas P, Simões R, Matos E, Afonso A, Magalhães T (2011) Chronological age estimation based on third molar development in a Portuguese population. *Int J Legal Med*; 125(2): 235-243.
- Calonius P, Lunin M, Stout F (1970) Histologic criteria for age estimation of the developing human dentition. *Oral Surg, Oral Med, Oral Patho*; 29(6): 869-876.

Bibliografía

Cameriere R, Cunha E, Sassaroli E, Nuzzolese E, Ferrante L (2009) Age estimation by pulp/tooth area ratio in canines: study of a Portuguese sample to test Cameriere's method. *Forensic Sci Int*; 193(1), 128-e1-6.

Cameriere R, De Angelis D, Ferrante L, Scarpino F, Cingolani M. (2007a) Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: a European formula. *Int J Legal Med*; 121:449–453.

Cameriere R, Ferrante L, Belcastro M, Bonfiglioli B, Rastelli E, Cingolani M (2007b) Age estimation by pulp/tooth ratio in canines by mesial and vestibular peri-apical X-rays. *J Forensic Sci*; 52(5): 1151-1155.

Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M (2006) Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med*; 120: 49–52.

Carr L (1962) Eruption ages of permanent teeth. *Aust Dent J*; 7:367-73.

Catalá M, Canut J, Barrachina C (1993) Cronología de erupción de los dientes temporales: estudio seccional. *Rev Esp Ort*; 23: 109-114.

Celikoglu M, Cantekin K, Ceylan I (2011) Dental age assessment: the applicability of Demirjian method in eastern Turkish children. *J Forensic Sci*; 56(s1): S220-S222.

Chaillet N, Demirjian A (2004) Dental Maturity in South France: A comparison between Demirjian's method and polynomial functions. *J Forensic Sci*; 49 (5): 1059-1066.

Chaillet N, Nyström M, Demirjian A (2005) Comparison of dental maturity in children of different ethnic origins: international maturity curves for clinicians. *J Forensic Sci*; 50(5): 1164-1174.

Bibliografía

- Chaillet N, Willems G, Demirjian A (2004) Dental maturity in Belgian children using Demirjian's method and polynomial functions: new standard curves for forensic and clinical use. *J Forensic Odonto-Stomatol*; 22(2): 18-27.
- Charles D, Condon K, Cheverud J, Buikstra J (1986) Cementum annulation and age determination in *Homo sapiens*. I. Tooth variability and observer error. *Am J Phys Anthropol*; 71(3): 311-320.
- Chudasama P, Roberts G, Lucas V (2012) Dental age assessment (DAA): A study of a Caucasian population at the 13 year threshold. *J Forensic Legal Med*; 19(1): 22-28.
- Clow I (1984) A radiographic survey of third molar development: a comparison. *Br J Orthod*; 11(1): 9-15.
- Comas J (1975) Crecimiento. En: *Manual de antropología física*. México. Fondo De Cultura Económica. 187-250.
- Condon K, Charles D, Cheverud J, Buikstra J (1986) Cementum annulation and age determination in *Homo sapiens*. II. Estimates and accuracy. *Am J Phys Anthropol*; 71(3): 321-330.
- Corral C, García F, García J, León P, Herrera A, Martínez C, Moreno F (2010) Chronological versus dental age in subjects from 5 to 19 years: a comparative study with forensic implications. *Colomb Med*; 41(3): 215-223.
- Coutinho S, Buschang P, Miranda F (1993) Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *Am J Orthodont Dentofacial Orthoped*; 104(3): 262-268.

Bibliografía

- Cruz-Landeira A, Linares-Argote J, Martínez-Rodríguez M, Rodríguez-Calvo M, Otero X, Concheiro L (2010) Dental age estimation in Spanish and Venezuelan children. Comparison of Demirjian and Chaillet's scores. *Int J Leg Med*; 124(2): 105-112.
- Da Silva A, Calzetta C, Orrico M, De Leo D (2004) Third mandibular molar radiological development as an indicator of chronological age in a European population. *Forensic Sci Int*; 146S: S9-S12.
- Dalitz G (1962) Age determination of adult human remains by teeth examination. *J Forensic Sci Society*; 3(1): 11-21.
- Darji J, Govekar G, Kalele S, Hariyani H (2011) Age estimation from third molar development a radiological study. *Indian Ac Forensic Med*; 33: 130-134.
- De Angelis V (1978) *Embriología y desarrollo bucal. Ortodoncia*. México. Nueva Editorial Interamericana: 1-89.
- Demirjian A, Buschang PH, Tanguay R (1985) Interrelationships among measures of somatic skeletal, dental and sexual maturity. *Am J Orthod*; 88(5):433-438.
- Demirjian A, Goldstein H (1976) New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol*; 3(5): 411-21.
- Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM (1973) A new system of dental assessment. *Hum Biol*; 45: 211-227.
- Demirjian A, Levesque G (1980) Sexual differences in dental development and prediction of emergence. *J Dent Res*; 59(7):1110-1122.
- Espina A, Freira J, Céspedes M, Barrios F, Ortega A, Maldonado Y (2005) Empleo de la edad dental y la edad ósea para el cálculo de la edad cronológica con fines forenses, en

niños escolares con valores de talla y peso no acordes con su edad y sexo, en Maracaibo, estado Zulia. *Act Odont Ven*; 45(1): 1-10.

Fanning E, Brown T (1971) Primary and permanent tooth development. *Aust Dent J*; 16(1): 41-44.

Fernández E, Ortiz J, Pérez-Pérez A, Prats E, Turbón D, Torres T, Arroyo-Pardo E (2009) Aspartic acid racemization variability in ancient human remains: implications in the prediction of ancient DNA recovery. *J Archaeol Sci*; 36(4): 965-972.

Fernández M (1983) Estudio de la secuencia y de la cronología de erupción de los dientes permanentes, a excepción de los terceros molares, en una muestra de asturianos. Santiago de Compostela: Actas del III Congreso de Antropología Biológica: 577-590.

Ferrante L, Cameriere R (2009) Statistical methods to assess the reliability of measurements in the procedures for forensic age estimation. *Int J Legal Med*; 123:277-283.

Flood S, Franklin D, Turlach B, McGeachie J (2013) A comparison of Demirjian's four dental development methods for forensic age estimation in South Australian sub-adults. *J Forensic Legal Med*; 20(7): 875-883.

Franco A, Thevissen P, Fieuws S, Souza P, Willems G (2013) Applicability of Willems model for dental age estimations in Brazilian children. *Forensic Sci Int*; 231(1): 401-e1.

Galić I, Vodanović M, Cameriere R, Nakaš E, Galić E, Selimović E, Brkić H (2011) Accuracy of Cameriere, Haavikko, and Willems radiographic methods on age

Bibliografía

estimation on Bosnian–Herzegovian children age groups 6–13. *Int J Leg Med*; 125(2): 315-321.

Garamendi P, Bañón R, Pujol A, Aguado F, Landa M, Prieto J, Serrulla F (2011) Recomendaciones sobre métodos de estimación forense de la edad de los menores extranjeros no acompañados. *Rev Esp Med Legal*; 37(1):22-29.

Garn S, Lewis A, Kerewsky R (1965) Genetic, nutritional, and maturational correlates of dental development. *J Dent Res*; 44(1): 228-242.

Garn S, Wertheimer F, Sandusky S, Mccan M (1972) Advanced tooth emergence in negro individuals. *J Dent Res*; 51(5): 1506.

Geneser F (2000) *Histología*. Editorial Médica Panamericana, 687-728.

Gillard R, Pollard A, Sutton P, Whittaker D (1990) An improved method for age at death determination from the measurement of D-aspartic acid in dental collagen. *Archeometry*; 32:1. 61-70.

Gillet R (1997) Dental emergence among urban Zambian children: An assessment of the accuracy of the methods in assigning ages. *Am J Phys Anthropol*; 102: 447-454.

Gleiser I, Hunt E (1955) The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *Am J Phys Anthropol*; 13:253-283.

Grøn A (1962). Prediction of Tooth Emergence. *J Dent Res*; 41: 573-585.

Gunst K, Mesotten K, Carbonez A, Willems G (2003) Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study. *Forensic Sci Int*; 136(1): 52-57.

Bibliografía

- Gustafson G, Koch G (1974) Age estimation up to 16 years of age based on dental development. *Odontol Revy*; 25(3):297-306.
- Gustafson G. (1950) Age determination on teeth. *J Am Dent Assoc*; 41:45–54. Citado por: Rodríguez J. 2004. *La antropología forense en la identificación humana*. Bogotá, Colombia: Editorial Guadalupe Ltda.
- Gysi A (1931) Metabolism in adult enamel. *Dental Digest*; 37: 661-668. Citado por: Hillson S (1996) *Sequence and timing of dental growth. Dental anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press: 118-146.
- Haavikko K (1974) Tooth formation age estimated on a few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proc Finn Dent Soc*; 70:15-9.
- Haavikko K (1985) Development of the dentition. En: Thilander B, Rönning O. *Introduction to Orthodontics*. Stockolm: Tandläkarförlaget: 45-62.
- Hägg U, Matsson L (1985) Dental maturity as an indicator of chronological age: the accuracy and precision of three methods. *Eur J Orthod*; 7 (1): 25-34.
- Harris E (2007) Mineralization of the mandibular third molar: a study of american blacks and whites. *Am J Phys Anthropol*; 132(1):98-109.
- Harris E, Buck A (2002) Tooth mineralization: A technical note on the Moorrees-Fanning-Hunt Standards. *Dent Anthropol*; 16: 15-20.
- Harumi K, Koecklin U (2012) Maduración ósea y dental en pacientes en crecimiento puberal. *Rev Esp Ortod*; 42:37-44.

Bibliografía

Hassan, N., Hamila, N (2007) Orthopantomography and age determination using third molar mineralization in a sample of egyptians. *Mansoura J Forensic Med Clin Toxicol*; 15(1): 45-59.

Hegde R, Sood P (2002) 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*; 20(4): 132-8.

Hegdes M, Sykes C (1992) Biomolecular archaeology: past, present and future. En: Pollard M (1992) *New developments in archaeological science: a joint symposium of the Royal Society and the British Academy, February 1991*. Oxford: Oxford University Press: 267-283.

Hernández M (2002) Edades medias de erupción dentaria y método de Kärber (I) y (II); <http://www.geodental.net/artic-6277-esp-15.html>

Hillson S (1996) *Sequence and timing of dental growth*. Dental Anthropology. Cambridge. Cambridge University Press. 118-146.

Hunt E, Gleiser I (1955) The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth. *Am J Phys Anthropol*; 13: 479-487.

Infante P (1974) Sex differences in the chronology of deciduous tooth emergence in white and black children. *J Dent Res*; 53(2): 418-21.

Johanson G (1971) Age determination from teeth. *Odontol Revy*; 22:1. Citado por: Rai B, Kaur J (2013) *Evidence-Based Forensic Dentistry*. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag.

Bibliografía

- Kagerer P, Grupe G (2001) Age-at-death diagnosis and determination of life-history parameters by incremental lines in human dental cementum as an identification aid. *Forensic Sci Int*; 118(1): 75-82.
- Knell B, Ruhstaller P, Prieels F, Schmeling A (2009) Dental age diagnostics by means of radiographical evaluation of the growth stages of lower wisdom teeth. *Int J Legal Med*; 123:465–469.
- Koshy S, Tandon S (1998) Dental age assessment: the applicability of Demirjian's method in south Indian children. *Forensic Sci Int.*; 94(1-2):73-85.
- Krenzer U. (2006) Compendio de métodos antropológicos forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico, Capítulos III y VI. Guatemala: CAFCA.
- Kronfeld R. (1935) Development and calcification of the human deciduous and permanent dentition. *The Bur*, 35(1), 18-25. Citado por: Liversidge H, Herdeg B, Rösing F (1998) Dental age estimation of non-adults. A review of methods and principles. Vienna: Springer: 419-442.
- Kullman L, Johanson G, Akesson L (1992) Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. *Swed Dent J*; 16:161-167.
- Kullman L, Martinsson T, Zimmerman M, Welander V (1995) Computerized measurements of the lower third molar related to chronological age in young adults. *Acta Odont Scand*; 53: 211-16.
- Kullman L, Tronje G, Teviens A, Lundholm A (1996) Methods of reducing observer variation in age estimation from panoramic radiographics. *Dentomaxillofacial Radiol*; 25(4):173-178.

Bibliografía

Kvaal S, Kolltveit K, Thomsen I, Solheim, T (1995) Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int*; 74(3): 175-185.

Kvaal S, Solheim T (1995) Incremental lines in human dental cementum in relation to age. *Eur J Oral Sci*; 103(4): 225-230.

Lamendin H, Baccino E, Humbert J, Tavernier J, Nossintchouk R, Zerilli A (1992) A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *J Forensic Sci*; 37(5): 1373-1379.

Lee S, Lee S-H, Lee J-Y, Park H-H, Kim Y-H (2008) Age estimation of Korean children based on dental maturity. *Forensic Sci Int*; 178: 125–131

Lee SS, Byun YS, Park MJ, Choi JH, Yoon CL, Shin KJ (2010) The chronology of second and third molar development in Koreans and its application to forensic age estimation. *Int J Legal Med*; 124:659–665

Lee SS, Kim D, Lee S, Lee UY, Seo JS, Ahn YW, Han SH (2011) Validity of Demirjian's and modified Demirjian's methods in age estimation for Korean juveniles and adolescents. *Forensic Sci; Int*. 211(1): 41-46.

Legros C, Magitot É (1880) The origin and formation of the dental follicle: The first memoir on the development of the teeth. Chicago: Jansen, McClurg and Company.

Leurs I, Wattel E, Aartman I, ETTY E, PRAHL-ANDERSEN B (2005) *Eur J Orthod*; 27:309–314.

Levesque G, Demirjian A (1980) The inter-examiner variation in rating dental formation from radiographs. *J Dent Res*; 59(7):1123-1126.

Levesque G, Demirjian A, Tanguay R (1981) Mandibular Sexual dimorphism in the development, emergence, and agenesis of the third molar. *J Dent Res*; 60: 1735-41.

- Limdiwala P, Shah J (2013) Age estimation by using dental radiographs. *J Forensic Dent Sci*; 5(2): 118.
- Lipsinic F, Paunovich E, Houston G, Robison S (1986) Correlation of age and incremental lines in the cementum of human teeth. *J Forensic Sci*; 31(3): 982-989.
- Liversidge H (1994) Accuracy of age estimation from developing teeth of a population of known age (0–5.4 years). *Int J Osteoarchaeol*; 4(1): 37-45.
- Liversidge H (2008a) Dental age revisited. En: Irish J, Nelson G. (2008) *Technique and application in dental anthropology*. Cambridge. Cambridge Press: 53-234.
- Liversidge H (2008b) Timing of human mandibular third molar formation. *Ann Hum Biol*; 35(3), 294-321.
- Liversidge H (2010a) Demirjian stage tooth formation results from a large group of children. *Dent Anthropol*. 23:16-24.
- Liversidge H (2010b) Interpreting group differences using Demirjian's dental maturity method. *Forensic Sci Int*; 201(1): 95-101.
- Liversidge H (2011) Similarity in dental maturation in two ethnic groups of London children. *Ann Hum Biol*; 38(6): 702-715.
- Liversidge H, Chaillet N, Mörnstad H, Nyström M, Rowlings K, Taylor J, Willems G (2006) Timing of Demirjian's tooth formation stages. *Ann Hum Biol*; 33(4): 454-470.
- Liversidge H, Dean M, Molleson T (1993) Increasing human tooth length between birth and 5.4 years. *Am J Phys Anthropol*; 90(3): 307-313.
- Liversidge H, Herdeg B, Rösing F (1998) Dental age estimation of non-adults. A review of methods and principles. Vienna. Springer: 419-442.

Bibliografía

Liversidge H, Lyons F, Hector M (2003) The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth. *Forensic Sci Int*; 131(1): 22-29.

Liversidge H, Molleson T (1999) Developing permanent tooth length as an estimate of age. *J Forensic Sci*; 44(5): 917-920.

Liversidge H, Molleson T (2004) Variation in crown and root formation and eruption of human deciduous teeth. *Am J Phys Anthropol*; 123(2): 172-180.

Liversidge H, Smith H, Maber M (2010) Bias and accuracy of age estimation using developing teeth in 946 children. *Am J Phys Antropol*; 143:545-554.

Liversidge H, Speechly T, Hector M (1999) Dental maturation in British children: are Demirjian's standards applicable? *Int J Paediatr Dent*; 9(4):263-9.

Liversidge, H (2012) The assessment and interpretation of Demirjian, Goldstein and Tanner's dental maturity. *Ann Hum Biol*; 39(5): 412-431.

Liversidge, H, Marsden, P (2010) Estimating age and the likelihood of having attained 18 years of age using mandibular third molars. *Brit Dent J*; 209(8): E13-E13.

Logan W, Kronfeld, R (1933) Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of fifteen years. Citados por: Bravo L (2003) Crecimiento cráneo facial en manual de ortodoncia. Madrid: Editorial Síntesis: 82-128.

Lucy D, Pollard A, Roberts C (1995) A comparison of three dental techniques for estimating age at death in humans. *J Arch Sci*; 22(3): 417-428.

Maber M, Liversidge H, Hector M (2006) Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int*; 159S: S68–S73

Bibliografía

- Makkad R, Balani A, Chaturvedi S, Tanwani T, Agrawal A, Hamdani S (2013) Reliability of panoramic radiography in chronological age estimation. *J Forensic Dent Sci*; 5(2): 129
- Maples W (1978) An improved technique using dental histology for estimation of adult age. *J Forensic Sci*; 23(4):764–770.
- Maret D, Peters O, Dedouit F, Telmon N, Sixou M (2011) Cone-Beam Computed Tomography: A useful tool for dental age estimation?. *Med Hypotheses*; 76(5): 700-702.
- Martin de las Heras S (2005) Estimación de la edad a través del estudio dentario. *Ciencia forense*. 7: 69-90.
- Martin M, Li Ch-S, Rowland C, Howard S, Kaste S (2008) Correlation of bone age, dental age, and chronological age in survivors of childhood acute lymphoblastic leukaemia. *Int J Paediatr Dent*; 18: 217–223.
- Masters P, Badat J (1975) Aspartic acid recemization in tooth enamel from living. *Biochemistry*; 72:8; 2891-2894.
- McGettigan A, Timmins K, Herbison P, Liversidge H, Kieser J (2011) Wisdom tooth formation as a method of estimating age in a New Zealand population. *Dent Anthropol*; 24:33-41.
- Mesotten K, Gunst K, Carbonez A, Willems G (2002) Dental age estimation and third molars: a preliminary study. *Forensic Sci Int*; (2): 110-115.
- Miles A (1958) The assessment of age from the dentition. *Proc R Soc Med*; 51(12):1057-60.

Bibliografía

Miletich I, Sharpe P (2003) Normal and abnormal dental development. *Hum Mol Genet*; 12(1): R69-R73.

Mitchell J, Roberts G, Donaldson A, Lucas V (2009) Dental age assessment (DAA): reference data for British caucasians at the 16 year threshold. *Forensic Sci Int*; 189(1): 19-23.

Molnar S, McKee J, Molnar I (1983) Measurements of tooth wear among Australian Aborigines: I. Serial loss of the enamel crown. *Am J Phys Anthropol*; 61(1): 51-65.

Moorrees C, Fanning E, Hunt E (1963a) Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Res Dent*; 42(6): 1490-1502.

Moorrees C, Fanning E, Hunt E (1963b) Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *Am J Phys Anthropol*; 21:205-13.

Moorrees C, Grøn A-M, Le Bret L, Yen P, FrShlich F (1969) Growth studies of the dentition: A review. *Am J Orthod*; 55(6): 600-16.

Mörnstad H, Staaf V, Welander U (1994) Age estimation with the aid of tooth development: a new method based on objective measurements. *Eur J Oral Sci*; 102(3): 137-143.

Nagatomo K, Komaki M, Sekiya I, Sakaguchi Y, Noguchi K, Oda S, Muneta T, Ishikawa I (2006) Stem cell properties of human periodontal ligament cells. *J Periodontal Res*; 41(4):303-10.

Nanda R, Chawla T (1966) Growth and development of dentitions in Indian children. I. Development of permanent teeth. *Am J Orthod*; 52(11): 837-853.

Bibliografia

Nik-Hussein N, Kee K, Gan P (2011) Validity of Demirjian and Willems methods for dental age estimation for Malaysian children aged 5–15 years old. *Forensic Sci Int*; 204(1): 208-e1-6.

Nolla C (1960) The development of the permanent teeth. *J Dent Child*; 27:254-266.

Nyström E, Ranta M, Peltola S, Kataja M (2007) Timing of developmental stages in permanent mandibular teeth of Finns from birth to age 25. *Acta Odontol Scan*; 65(1): 36-43.

Nyström M, Peck L, Kleemola-Kujala E, Evälahti M, Kataja M (2000) Age estimation in small children: reference values based on counts of deciduous teeth in Finns. *Forensic Sci Int*; 110(3): 179-188.

Nyström M, Kilpinen E, Kleemola-Kujala E (1977) A radiographic study of the formation of some teeth from 0.5 to 3.0 years of age. *Proc Finn Dent Soc*; 73(4):167-72.

Olze A, Bilang D, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A (2005) Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. *Int J Legal Med*; 119:22–26

Olze A, Niekerk P, Ishikawa P, Zhu PL, Schulz R, Maeda H, Schmeling A (2007) Comparative study on the effect of ethnicity on wisdom tooth eruption. *Int J Legal Med*; 121:445–448.

Olze A, Reisinger W, Geserick G, Schmeling A (2006) Age estimation of unaccompanied minors: Part II. Dental aspects. *Forensic Sci Int*; 159: S65-S67.

Bibliografía

- Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, Klaus-Dieter P, Geserick G (2004) Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *Int J Legal Med*; 118: 170–173.
- Ongkosuwito E, Gijt P, Wattle E, Carels C, Kuijpers-Jagtman A (2010) Dental development in hemifacial microsomia. *J Dent Res*; 89(12):1368-1372.
- Pahkala R, Pahkala A, Laine T (1991) Eruption pattern of permanent teeth in a rural community in northeastern Finland. *Acta Odontol Scand*; 49:341-9.
- Panchbhai A (2011) Review. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofac Radiol*; 40: 199-212.
- Panchbhai A (2012) Radiographic evaluation of developmental stages of third molar in relation to chronological age as applicability in forensic age estimation. *Dentistry*; S1 (2): 2161-1122.
- Parner E, Heidmann J, Væth M, Poulsen, S (2001) A longitudinal study of time trends in the eruption of permanent teeth in Danish children. *Arch Oral Biol*; 46(5): 425-431.
- Pechnikova M, Gibelli D, De Angelis D, de Santis F, Cattaneo C (2011) The “blind age assessment”: applicability of Greulich and Pyle, Demirjian and Mincer aging methods to a population of unknown ethnic origin. *Radiol Med*; 116:1105–1114
- Pelsmaekers B, Loos R, Carles C, Derom C, Vlietinck R (1997) The genetic contribution to dental maturation. *J Dent Res*; 76(7): 1337-1340.
- Pérez V, Sierra F (2009) *Biología del envejecimiento*. *Rev Med Chile*; 137: 296-302.
- Pinney L (1939) *Calcification and development of mandibular teeth*. Ann Arbor. University of Michigan. Thesis. 59.

Bibliografía

- Piqueras F, Plasencia E, Adobes M, Plasencia P (2003) Estimación de la edad dental a partir del número de dientes emergidos. En: Egocheaga JE, ed. *Biología de poblaciones humanas: diversidad, tiempo y espacio*. Actas XIII Congreso SEAB, Oviedo: Universidad de Oviedo: 189-197.
- Plasencia E, García F, Puente M (2004) Cronología y secuencia de la erupción de la dentición permanente en una muestra de Asturias. En: Egocheaga JE, ed. *Biología de poblaciones humanas: diversidad, tiempo y espacio*. Actas XIII Congreso SEAB, Oviedo, Septiembre 2003. Oviedo: Universidad de Oviedo: 199-208
- Plasencia E, García-Izquierdo F, Puente-Rodríguez M (2005) Edad de emergencia y secuencias polimórficas de la dentición permanente en una muestra de población de Asturias. *RCOE*; 10: 31-42.
- Pretty I (2003) The use of dental aging techniques in forensic odontological practice. *J Forensic Sci*; 48(5): 1127-1132.
- Prieto JL (2002) Datos biológicos aportados por los dientes. El proceso de la necroidentificación odontológica En: B Perea Pérez, JA Sánchez Sánchez y S Domínguez González, dirs. *Antropología y paleontología dentarias*. Madrid. Ed Mapfre SA: 93-150.
- Prieto J (2008) La maduración del tercer molar y el diagnóstico de la edad: Evolución y estado actual de la cuestión. *Cuad. Med. Forense*; 51: 11-24.
- Prieto J, Barbería E, Ortega R, Magaña C (2005) Evaluation of chronological age based on third molar development in the Spanish population. *Int J Legal Med*; 119: 349–354.
- Prince D, Ubelaker D (2002) Application of Lamedin's adult dental aging technique to a diverse skeletal sample. *J Forensic Sci*; 47(1): 107-16.

Bibliografía

- Rai B, Dhattarwal S, Anand S (2006) Five markers of changes in teeth: an estimating of age. *Internet J Forensic Sci*; 1(2).
(http://www.ispub.com/journal/the_internet_journal_of_forensic_science/volume_1_number_2_19/article/ve_markers_of_changes_in_teeth_an_estimating_of_age.html).
Visto el día 12 de Junio de 2013.
- Rai B, Dhattarwal S, Anand S (2007) Modification in Gustafson's method: Age estimation. *Medico-Legal Update*; 7(1): 5-8.
- Rai B, Kaur J (2013) *Evidence-based forensic dentistry*. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag.
- Rebato E (2010) Crecimiento: una visión desde la Antropología Física. *Rev Esp Antropol Fis*; 31:85-110.
- Richards L, Miller S (1991) Relationships between age and dental attrition in Australian aboriginals. *Am J Phys Anthropol*; 84(2): 159.
- Ritz-Timme S, Cattaneo C, Collins M, Waite E, Schütz H, Kaatsch H, Borrman H (2000) Age estimation: The state of the art in relation to the specific demands of forensic practice. *Int J Legal Med*; 113: 129–136.
- Ritz-Timme S, Collins M (2002) Racemization of aspartic acid in human proteins. *Ageing Res Rev*; 1(1): 43-59.
- Roberts G, Parekh S, Petrie A, Lucas V (2008) Dental age assessment (DAA): a simple method for children and emerging adults. *Bri Dent J*; 204(4): E7; discussion 192-3.
- Rodes J, Guardia J (1997) *Biología del envejecimiento*. Barcelona. Editorial Masson: 3472- 3475.

Bibliografía

Rodríguez J (2004) Estimación de la edad. En: Rodríguez J (2004). La antropología forense en la identificación humana. Bogotá, Editorial Guadalupe: 111-115.

Rouge D, Telmon N, Larrouy G, Duday H, Crubezy E, Arbus L (1992) Comparaison des critères visuels du pubis lors de la détermination de l'âge des individus au moment de la mort. Paris, Actes du colloque du C.E.R.S.A.M.S. X^{ème} Anniversaire: 359-63. Citado por: Rodríguez J (2004) La antropología forense en la identificación humana. Bogotá, Editorial Guadalupe.

Savara B, Steen J (1978) Timing and sequence of eruption of permanent teeth in a longitudinal sample of children from Oregon. J Am Dent Assoc; 97(2): 209-214.

Schmeling A, Garamendi P, Prieto J, Landa M (2011) Forensic age estimation in unaccompanied minors and young living adults. In: DN Vieira ed. Forensic medicine— from old problems to new challenges. Rijeka, Intech: 77-120.

Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A, Kaatsch H, Knell B, Ramsthaler F, Geserick G (2008) Criteria for age estimation in living individuals. Int J Legal Med; 122(6): 457-460.

Schmeling A, Olze A, Reisinger W, Geserick G (2004) Forensic age diagnostics of living people undergoing criminal proceedings. Forensic Sci Int; 144(2): 243-245.

Schour I, Massler M (1941) The development of the human dentition. J Am Dent Assoc; 28:1153-1160.

Scientific Working Group for Forensic Anthropology (SWGANTH) Age Estimation. <http://www.swganth.org/>. Visto el 22/01/2013.

Bibliografía

- Seo B, Miura M, Gronthos S, Bartold P, Batouli S, Brahim J, Young M, Robey P, Wang C, Shi S (2004) Investigation of multipotent postnatal stem cells from human periodontal ligament. *The Lancet*; 364(9429):149-55.
- Sharma R, Srivastava A (2010) Radiographic evaluation of dental age of adults using Kvaal's method. *J Forensic Dent Sci*; 2(1): 22.
- Sierra Bravo R (1991) *Diccionario práctico de estadística*. Madrid, Ed. Paraninfo.
- Smith BH, Garn SM (1987) Polymorphisms in eruption sequence of permanent teeth in American children. *Am J Phys Anthropol*; 74(3): 289-303.
- Smith BH (1991) Standards of human tooth formation and dental age assessment. En: Kelley M, Spencer C, eds (1991) *Advances in dental anthropology*. New York: Wiley-Liss: 143-168.
- Smith RG (1980) A clinical study into the rate of eruption of some human permanent teeth. *Arch Oral Biol*; 25(10): 675-681.
- Solari A, Abramovitch K (2002) The accuracy and precision of third molar development as an indicator of chronological age in Hispanics. *J Forensic Sci*; 47(3): 531-535.
- Solheim T (1990) Dental cementum apposition as an indicator of age. *Eur J Oral Sci*; 98(6): 510-519.
- Solheim T (1993) A new method for dental age estimation in adults. *Forensic Sci Int*; 59(2): 137-147.
- Stack M (1960) Forensic estimation of age in infancy by gravimetric observations on the developing dentition. *J Forensic Sci*; 1(1): 49-59.

Bibliografía

Sukhia R, Fida M, Azam S (2012) Dental age table for a sample of Pakistani children. *Eur J Orthod*; 34(1): 77-82.

Tanguay R, Demirjian A, Thibault H (1984) Sexual dimorphism in the emergence of the deciduous teeth. *J Dent Res*; 63(1):65-68.

Tanner JM (1986) Normal growth and techniques of growth assessment. *Clin Endocrinol Metab*; 15(3):411-51.

Tanner JM, Whitehouse R, Healy M, Goldstein H (1972) A revised system for estimating skeletal maturity from hand and wrist radiographs with separate standards for carpals and other bones (TW2 system). *Standards for skeletal age*. París: International Children's Centre.

Teivens A, Mörnstad H (2001) A modification of the Demirjian method for age estimation in children. *J Forensic Odonto-Stomatol*; 19(2):26-30

Ten Cate A (1998) *Oral histology: development, structure, and function*. St. Louis: Mosby.

Thesleff I, Sharpe P (1997) Signaling networks regulating dental development. *Mech Develop*; 67: 111-123.

Thevissen P, Fieuws S, Willems G (2010) Human third molars development: Comparison of 9 country specific populations. *Forensic Sci Int*; 201: 102–105

Thevissen P, Galiti D, Willems G (2012) Human dental age estimation combining third molar (s) development and tooth morphological age predictors. *Int J Legal Med*; 126(6): 883-887.

Bibliografía

- Tunc E, Koyuturk A (2008) Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. *Forensic Sci Int*; 175(1):23-6.
- Tuteja M, Bahirwani S, Balaji P (2012) An evaluation of third molar eruption for assessment of chronologic age: A panoramic study. *J Forensic Dent Sci*; 4(1): 13.
- Ubelaker D (1987) Estimation age at death from immature human skeletons: an overview. *J Forensic Sci*; 32(5):1254-1262.
- Ubelaker D, (2007) Sexo estatura y edad. En: DH Ubelaker Enterramientos humanos: Excavación, análisis, interpretación. Donostia. Sociedad de Ciencias Aranzadi: 64-114.
- UNHCR, Guidelines on Policies and Procedures in dealing with Unaccompanied Children Seeking Asylum, Geneva 1997. Citado por: Prieto, JL (2008) La maduración del tercer molar y el diagnóstico de la edad: Evolución y estado actual de la cuestión. *Cuad. Med. Forense*, 51, 11-24.
- Valenzuela A, Martin-de las Heras S, Mandojana J, de Dios Luna J, Valenzuela M, Villanueva E (2002) Multiple regression models for age estimation by assessment of morphologic dental changes according to teeth source. *Am J Forensic Med Path*; 23(4): 386-389.
- Van Erum R, Mulier M, Carels C, Zegher F (1998) Short stature of prenatal origin: craniofacial growth and dental maturation. *Eur J Orthod*; 20: 417-425.
- Van Vlierberghe M, Bołtacz-Rzepakowska E, Van Langenhove L, Łaskiewicz J, Wyns B, Devlaminck D, Willems G (2010) A comparative study of two different regression methods for radiographs in Polish youngsters estimating chronological age on third molars. *Forensic Sci Int*; 201(1): 86-94.

Bibliografía

- Verma P, Sachdeo, J, Verma K, Gupta S, Guruprasad R (2011) Age estimation of adolescents and young adults based on development of mandibular third molars: A panoramic study. *J Indian Acad Oral Med Radiol*; 23(1): 9-13.
- Waite E, Collins M, Ritz-Timme S, Schutz H, Cattaneo C, Borrman H. (1999) A review of the methodological aspects of aspartic acid racemization analysis for use in forensic science. *Forensic Sci Int*; 103 (2): 113-124.
- Weddell L, Hartsfield J (2001) Dental maturity of caucasian children in the Indianapolis area. *Pediatr Dent*; 33(3): 222-227.
- Wedl J, Danias S, Schmelzle R, Friedrich R, (2005) Eruption times of permanent teeth in children and young adolescents in Athens (Greece). *Clin Oral Inv*; 9(2): 131-134.
- Willems G (2001) A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *J Forensic Odontostomatol*; 19(1):9-17.
- Willems G, Thevissen P, Belmans A, Liversidge H (2010) Willems II. Non-gender-specific dental maturity scores. *ForensicSci Int*; 201(1): 84-85.
- Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Caries C (2001) Dental age estimation in belgian children: Demirjian's technique revised. *J Forensic Sci*; 46(4):893-895.
- Wise G, King G (2008) Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movements. *J Dent Res*; 87(5):414-434.
- Wittwer-Backofen U, Gampe J, Vaupel J (2004) Tooth cementum annulation for age estimation: Results from a large known-age validation study. *Am J Phys Anthropol*; 123(2): 119-129.

Bibliografía

Yadava M, Roberts G, Lucas V (2011) Dental age assessment (DAA): reference data for British children at the 10-year-old threshold. *Int J Legal Med*; 125(5): 651-657.

Zander H, Hurzeler B (1958) Continuous cementum apposition. *J Dent Res*; 37(6): 1035-44.

Zeng D, Wu Z, Cui W (2010) Chronological age estimation of third molar mineralization of Han in southern China. *Int J Legal Med*; 124:119–123.

ANEXOS

ANEXOS

Tabla 16. Intervalo de predicción para la edad media en sexo femenino según estado dentario en factores significativos

							95% L CI for edad mean			95% U CI for edad mean		
							N	Valor	Valor			
32: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	A	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	0	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	0	1	4,25	5,23
					B	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	Sin dato	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	A	1	4,25	5,23
					C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	A	1	4,25	5,23
							B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	2	4,25	5,23
							C		1	4,47	5,70	
			D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	A	1	4,25	5,23
	D	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	1	4,25	5,23
					C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	1	4,25	5,23
			D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	A	3	4,25	5,23
							B		3	4,25	5,23	
							C		2	4,47	5,70	
							C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	2	4,19	5,66
							C		1	4,51	6,02	
							Sin dato	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	0	1	4,25	5,23
					D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	1	4,01	5,47
	E	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	1	4,69	6,30
							C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	2	4,71	5,97
							C		4	5,06	6,29	
							D		1	5,39	6,69	
					D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	3	4,78	5,89
							C		7	5,20	6,16	
							D		5	5,52	6,56	
					E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	1	5,38	6,51
			E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	1	5,16	6,80
							C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	A	1	5,17	6,48
							B		1	5,17	6,48	
							C		1	5,64	6,69	
							D		7	6,03	7,01	
							D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	1	6,03	7,12
			F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	1	6,85	8,10

Anexos

	F	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	B	1	5,83	6,90
									C	5	6,31	7,11
									D	19	6,73	7,40
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D			
									C	3	6,33	7,19
									D	40	6,86	7,38
					E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	6,85	7,81
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D			
									B	2	6,10	7,27
									D	11	7,06	7,71
									E	1	7,48	8,24
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E			
									D	1	7,15	7,97
			F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	6,93	7,72
					E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	12	7,27	7,92
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E			
									D	1	7,41	8,14
					F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	7,81	8,58
	G	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	5	6,84	7,64
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	5	6,96	7,62
									E	1	7,39	8,14
								35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	7	7,23	7,89
									E	1	7,66	8,40
			F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	7,03	7,87
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D			
									C	1	6,66	7,63
									D	7	7,15	7,85
								35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	C	2	7,30	8,13
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D			
									D	1	6,54	7,59
									C	3	7,02	7,80
									D	54	7,57	7,97
									E	10	7,97	8,51
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E			
									D	23	7,70	8,19
									E	17	8,16	8,68
									F	4	8,26	8,90
					F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	7,85	8,53
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	15	8,08	8,66
									E	7	8,56	9,12
									F	1	8,66	9,34
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F			
									D	1	8,18	8,84
									E	7	8,70	9,27
									F	3	8,83	9,46
			G	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	7,80	8,44

Anexos

					35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	2	8,37	9,07
								F	1	8,99	9,71
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	3	9,02	9,64
								F	1	9,19	9,80
					35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F	1	9,92	10,55
	H	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	7,39	8,18
					35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	C	1	7,56	8,44
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	15	7,79	8,30
								E	4	8,23	8,81
								F	1	8,33	9,03
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	13	7,96	8,49
								E	16	8,44	8,95
					35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	3	8,37	8,92
								E	14	8,87	9,37
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	8,47	9,11
								E	5	9,00	9,52
								F	3	9,13	9,71
			G	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	8,10	8,70
								E	2	8,55	9,19
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	3	8,26	8,89
								E	3	8,75	9,35
								F	1	8,88	9,54
					35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	8,95	9,64
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	8	8,72	9,28
								E	28	9,24	9,71
								F	11	9,36	9,90
								G	1	10,03	10,66
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	2	8,85	9,43
								E	25	9,40	9,82
								F	45	9,57	9,97
								G	14	10,22	10,75
					G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	1	9,62	10,44
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	1	9,89	10,54
								G	1	10,75	11,43
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	D	2	9,55	10,22
								E	6	10,08	10,63
								F	28	10,29	10,73
								G	19	10,98	11,48
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F	1	10,43	10,98
								G	17	11,19	11,65
					H	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F	1	10,89	11,66

Anexos

				DEMIRIJAN	DEMIRIJAN				
			34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN				
			H	F	F	F	2	9,49	10,09
						G	1	10,18	10,83
				35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F	1	10,05	10,74
				G		G	1	10,76	11,46
					37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	C	1	9,07	10,02
						E	7	10,08	10,67
						F	25	10,29	10,78
						G	28	10,99	11,51
					37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	1	10,24	10,89
						F	12	10,45	11,00
						G	52	11,23	11,64
						H	2	11,59	12,32
				35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	G	1	11,50	12,14
				H		F			
					37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	F	2	10,99	11,60
						G	66	11,80	12,22
						H	5	12,17	12,88
					37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	B	1	9,55	10,81
						G	53	11,99	12,46
						H	47	12,49	12,99
	Sin dato	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJAN	E	1	6,87	8,56
		F	F	F	E	E			

Tabla 17 Intervalo de predicción para la edad media en sexo masculino según estado dentario en factores significativos

								95% L CI for edad mean		95% U CI for edad mean		
								N	Valor	Valor		
32: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	Sin dato	1	4,01	5,03
	D	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	0	1	4,01	5,03
									A	4	4,01	5,03
									B	3	4,01	5,03
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	A	1	4,01	5,03
									B	1	4,01	5,03
						35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	4,01	5,03
							B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	4,24	5,49
			D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	4,01	5,03
							B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	4,01	5,03
									C	2	4,24	5,49
					D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	4,20	5,91
	E	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	4,66	5,87
									C	1	4,91	6,31
			D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	4	4,66	5,87
									C	1	4,91	6,31
									Sin dato	1	4,66	5,87
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	B	4	4,91	5,99
									C	2	5,25	6,34
									D	1	5,55	6,75
					D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	4,53	6,00
							C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	5	4,91	5,99
									C	7	5,30	6,29
							D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,26	6,43
									D	1	5,62	6,78
			E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	4,95	6,55
							C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,53	7,03
					D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,32	6,86
							C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,74	6,82
									D	4	6,12	7,15
							D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	4	6,17	7,21
					E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	2	6,41	7,50

Anexos

	F	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,85	7,18
			E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	2	6,11	7,20
									C	5	6,61	7,39
									D	8	6,99	7,73
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	3	6,64	7,46
									D	18	7,11	7,71
									E	1	7,51	8,25
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	6,75	7,71
					E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	5	6,92	7,71
									D	27	7,40	7,96
									E	1	7,80	8,49
									G	1	8,60	9,45
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	7,04	7,96
			F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	Sin dato	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	6,58	8,19
					E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	3	7,11	7,94
									D	15	7,58	8,19
									E	1	7,99	8,72
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	9	7,73	8,40
									E	2	8,18	8,90
	G	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	6,90	7,81
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	6,94	7,88
									D	7	7,43	8,10
								35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	17	7,72	8,34
									E	3	8,15	8,86
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	7,84	8,59
			F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	2	7,48	8,29
									D	33	8,01	8,47
									E	3	8,42	9,01
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	26	8,18	8,66
									E	20	8,63	9,15
								35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	8,33	9,00
									E	1	8,77	9,50
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	24	8,59	9,10
									E	18	9,07	9,57
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	14	9,19	9,72
									F	4	9,31	9,92
									G	1	9,98	10,68
			G	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	9,35	9,98
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	8,99	9,68

Anexos

								E	6	9,51	10,10		
								F	4	9,67	10,27		
						G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	2	10,21	10,89		
								F	1	10,40	11,01		
								G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	2	10,56	11,23
								G	1	11,31	11,92		
	H	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	7,31	8,28	
			F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	2	8,41	8,95	
								E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	8	8,59	9,13
								E	4	9,06	9,60		
						F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	5	9,00	9,56
								E	17	9,50	10,01		
								F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	9,12	9,72
								E	20	9,65	10,14		
								F	12	9,77	10,34		
						G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	1	11,16	11,86
			G	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	9,35	10,01	
						F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	3	9,34	9,93
								E	8	9,84	10,36		
								F	2	9,96	10,57		
								G	1	10,64	11,32		
								F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	8,51	9,63
								D	1	9,48	10,06		
								E	32	10,03	10,46		
								F	18	10,19	10,62		
								G	6	10,84	11,39		
						G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	10,51	11,18
								F	1	10,67	11,34		
								F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	10,19	10,84
								E	9	10,72	11,25		
								F	25	10,93	11,37		
								G	11	11,61	12,11		
								G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	4	10,88	11,47
								F	20	11,08	11,59		
								G	62	11,85	12,25		
						H	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	1	12,31	12,93
								H	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	1	12,51	13,16
			H	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	10,22	11,16	
								F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	2	11,58	12,19
								G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	10,34	11,11

Anexos

							F	3	11,05	11,66		
							G	14	11,83	12,31		
				H	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	11,37	12,11	
							G	1	12,10	12,81		
						G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	11,60	12,26	
							G	25	12,40	12,89		
							H	1	12,78	13,54		
						H	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	11,81	12,48	
							G	32	12,61	13,11		
							H	21	13,11	13,64		
			Sin dato	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	8,54	9,86

Tabla 18 Intervalo de predicción para la edad individual en sexo femenino según estado dentario en factores significativos

							95% L CI for edad individual		95% U CI for edad individual				
							N	Valor	Valor				
32: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	0	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	0	1	2,80	6,67	
					B	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	Sin dato	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	2,80	6,67	
					C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	2,80	6,67	
							B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	2	2,80	6,67	
							C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	3,11	7,05	
			D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	2,80	6,67	
	D	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	2,80	6,67	
					C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	2,80	6,67	
				D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	A	3	2,80	6,67	
								B	B	3	2,80	6,67	
								C	C	2	3,11	7,05	
								C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	2	2,91	6,94
								C	C	1	3,25	7,29	
							Sin dato	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	0	1	2,80	6,67	
					D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	2,73	6,75	
	E	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	3,45	7,53	
								C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	2	3,36	7,31
								C	C	4	3,71	7,65	
								D	D	1	4,06	8,02	

Anexos

				35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	3	3,38	7,29
								C	7	3,75	7,61
								D	5	4,09	7,98
				35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	E	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	1	3,99	7,90
			34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	E	D	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	1	3,94	8,02
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	1	3,84	7,80
								A	1	3,84	7,80
								B	1	3,84	7,80
								C	1	4,22	8,11
								D	7	4,59	8,46
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	1	4,62	8,53
			34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	F	F	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	1	5,50	9,45
	F	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	1	4,42	8,31
								C	5	4,79	8,62
								D	19	5,17	8,97
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	3	4,84	8,68
								D	40	5,23	9,01
							35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	1	5,40	9,27
								D	2	4,72	8,64
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	B	2	4,72	8,64
								D	11	5,48	9,28
								E	1	5,95	9,77
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	1	5,65	9,48
			34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	F	D	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	1	5,41	9,24
							35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	12	5,69	9,49
								E	1	5,87	9,68
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	1	6,28	10,11
	G	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	5	5,33	9,16
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	5	5,39	9,19
								E	1	5,85	9,67
							35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	7	5,66	9,46
								E	1	6,12	9,94
			34: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	F	D	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	D	1	5,53	9,37
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	1	5,21	9,08
								D	7	5,60	9,41
							35: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	2	5,80	9,63
								D	1	5,12	9,01
							37: ETAPA DESARROLLO DEMIRIJIAN	C	3	5,50	9,32
								D	54	5,89	9,65

Anexos

								E	10	6,35	10,13	
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	23	6,06	9,83
									E	17	6,53	10,31
									F	4	6,68	10,48
					F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	6,29	10,09
									E	15	6,48	10,26
									E	7	6,95	10,73
									F	1	7,10	10,90
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	6,61	10,41
									E	7	7,09	10,88
									F	3	7,24	11,04
			G	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	6,22	10,02
					F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	2	6,82	10,62
									F	1	7,45	11,26
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	3	7,44	11,23
									F	1	7,60	11,39
					G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	8,34	12,13
	H	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	5,87	9,69
					E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	6,07	9,92
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	15	6,16	9,94
									E	4	6,62	10,41
									F	1	6,77	10,58
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	13	6,34	10,12
									E	16	6,81	10,59
					F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	3	6,76	10,54
									E	14	7,23	11,01
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	6,89	10,69
									E	5	7,37	11,15
									F	3	7,53	11,31
			G	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	6,50	10,29
									E	2	6,97	10,77
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	3	6,68	10,47
									E	3	7,15	10,94
									F	1	7,31	11,11
					F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	7,39	11,19
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	8	7,11	10,89
									E	28	7,58	11,36
									F	11	7,74	11,52
									G	1	8,45	12,24
								37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	2	7,25	11,03

Anexos

								E	25	7,73	11,50	
								F	45	7,89	11,65	
								G	14	8,60	12,38	
				G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	8,12	11,95	
						E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	8,31	12,11	
								G	1	9,19	12,99	
						F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	2	7,98	11,78	
								E	6	8,46	12,25	
								F	28	8,63	12,40	
								G	19	9,34	13,12	
						G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	8,81	12,59	
								G	17	9,53	13,30	
				H	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	9,36	13,18	
			H	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	2	7,90	11,69
								G	1	8,61	12,41	
				G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	8,49	12,30	
								G	1	9,20	13,01	
						F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	7,61	11,48	
								E	7	8,48	12,27	
								F	25	8,65	12,42	
								G	28	9,36	13,14	
						G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	8,67	12,46	
								F	12	8,83	12,62	
								G	52	9,56	13,32	
								H	2	10,05	13,86	
				H	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	1	9,92	13,72	
						G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	2	9,40	13,19	
								G	66	10,13	13,89	
								H	5	10,62	14,43	
						H	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	8,20	12,15	
								G	53	10,34	14,11	
								H	47	10,85	14,63	
	Sin dato	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	5,66	9,77

Tabla 19. Intervalo de predicción para la edad individual en sexo masculino según estado dentario en factores significativos

								95% L CI for edad individual	95% U CI for edad individual			
								N	Valor	Valor		
32: ETAPA DESARROLLO	B	33: ETAPA DESARROLLO	B	34: ETAPA DESARROLLO	A	35: ETAPA DESARROLLO	A	37: ETAPA DESARROLLO	Sin dato	1	2,58	6,46

Anexos

DEMIRJIAN		DEMIRJIAN		DEMIRJIAN		DEMIRJIAN						
	D	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	0	1	2,58	6,46
									A	4	2,58	6,46
									B	3	2,58	6,46
							B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	2,58	6,46
									B	1	2,58	6,46
						35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	2,58	6,46
							B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	2,89	6,84
			D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	2,58	6,46
							B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	A	1	2,58	6,46
									C	2	2,89	6,84
						35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	3,00	7,11
	E	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	3,30	7,23
									C	1	3,61	7,60
			D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	4	3,30	7,23
									C	1	3,61	7,60
									Sin dato	1	3,30	7,23
							C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	4	3,50	7,40
									C	2	3,84	7,74
									D	1	4,19	8,12
						35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	3,25	7,27
									C	5	3,50	7,40
									C	7	3,86	7,73
							D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	3,88	7,81
									D	1	4,24	8,16
			E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	3,72	7,78
									C	1	4,27	8,30
						35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	4,07	8,12
									C	1	4,33	8,23
									D	4	4,70	8,58
									D	4	4,75	8,63
						35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	2	5,01	8,90
	F	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	4,53	8,50
			E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	2	4,71	8,61
									C	5	5,09	8,91
									D	8	5,45	9,27
							D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	3	5,14	8,97

Anexos

								D	18	5,51	9,31		
								E	1	5,97	9,79		
							E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,30	9,16	
						E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	5	5,41	9,23		
								D	27	5,78	9,57		
								E	1	6,25	10,05		
								G	1	7,10	10,94		
								E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,57	9,42
			F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	Sin dato	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	5,34	9,42	
					E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	3	5,61	9,44	
								D	15	5,99	9,78		
								E	1	6,45	10,26		
								E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	9	6,16	9,97
								E	2	6,63	10,44		
	G	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,43	9,28	
								D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,48	9,34
								D	7	5,87	9,67		
						E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	17	6,14	9,93
								E	3	6,60	10,41		
								E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	6,30	10,12
			F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	2	5,97	9,80	
								D	33	6,36	10,13		
								E	3	6,82	10,61		
								E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	26	6,53	10,31
								E	20	7,00	10,78		
						F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	6,76	10,57
								E	1	7,23	11,04		
								E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	24	6,95	10,73
								E	18	7,43	11,20		
								F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	14	7,57	11,35
								F	4	7,72	11,51		
								G	1	8,43	12,23		
			G	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	7,77	11,56	
								F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	7,43	11,24
								E	6	7,91	11,70		
								F	4	8,07	11,86		
						G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	2	8,65	12,45
								F	1	8,81	12,60		
								G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	2	9,00	12,80
								G	1	9,72	13,51		

Anexos

	H	33: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	C	1	5,86	9,73
			F	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	2	6,79	10,57
							E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	8	6,97	10,75
									E	4	7,44	11,22
					F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	5	7,39	11,17
									E	17	7,87	11,64
							F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	7,53	11,32
									E	20	8,01	11,78
									F	12	8,16	11,95
					G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	1	9,61	13,41
			G	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	7,78	11,58
					F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	3	7,74	11,53
									E	8	8,21	11,99
									F	2	8,37	12,16
									G	1	9,08	12,88
							F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	B	1	7,12	11,02
									D	1	7,88	11,67
									E	32	8,36	12,13
									F	18	8,52	12,29
									G	6	9,23	13,01
					G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	8,94	12,75
									F	1	9,10	12,91
							F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	8,62	12,41
									E	9	9,10	12,88
									F	25	9,26	13,03
									G	11	9,97	13,75
							G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	4	9,28	13,07
									F	20	9,45	13,22
									G	62	10,17	13,93
					H	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	1	10,72	14,52
							H	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	1	10,94	14,74
			H	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	8,76	12,62
							F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	G	2	9,99	13,78
							G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	D	1	8,82	12,64
									F	3	9,46	13,25
									G	14	10,18	13,96
					H	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	9,83	13,65
									G	1	10,55	14,36
							G	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	10,03	13,83
									G	25	10,76	14,53

Anexos

							H	1	11,25	15,07	
						H	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	1	10,24	14,04
								G	32	10,97	14,75
								H	21	11,48	15,26
		Sin dato	34: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	35: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	F	37: ETAPA DESARROLLO DEMIRJIAN	E	1	7,22	11,18