



Universidad
Nacional
de Córdoba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESCUELA DE POSGRADO

**“EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO EN LA
IMPACTACIÓN DEL SEGUNDO MOLAR MANDIBULAR
PERMANENTE”**

TESISTA:

OD. ESP. CRISTINA INÉS ALBORNOZ

DIRECTOR:

PROF. DRA. MARTA RUGANI DE CRAVERO

CÓRDOBA, 2022



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE POSGRADO

**“EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO EN LA IMPACTACIÓN
DEL SEGUNDO MOLAR MANDIBULAR PERMANENTE”**

TESISTA

OD.ESP. CRISTINA INÉS ALBORNOZ

DIRECTORA

PROF.DRA. MARTA RUGANI DE CRAVERO

CÓRDOBA, 2022



COMISIÓN DE TESIS

PROF.DRA.MARTA RUGANI DE CRAVERO

PROF. DRA. CECILIA MARTÍNEZ.

PROF. DR. DANIEL QUIROGA.

TRIBUNAL DE TESIS

PROF. DRA. CECILIA MARTÍNEZ.

PROF. DR. DANIEL QUIROGA.

PROF. DRA. TERESA VARELA DE VILLALBA.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba, que permite a diario mi desarrollo como docente de esta casa de altos estudios.

A la Prof. Dra. Marta Rugani de Cravero, directora de la presente Tesis, por su seguimiento y guía.

A la Honorable Comisión de seguimiento de Tesis: Dra. Cecilia Martínez y Dr. Daniel Quiroga y a la Prof. Evaluadora Externa: Prof. Dra. Teresa Varela de Villalba, por su profesionalismo y sus observaciones calificadas, oportunas que estimularon a la búsqueda de más conocimientos y criterios científicos.

A las Prof. Dra. Marta Rugani de Cravero, y Prof. Dra. Patricia María Damiani por brindarme un apoyo incondicional y posibilitar que este proyecto se llevase a cabo en la Cátedra de Ortodoncia A, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba.

Al personal de la Biblioteca de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba, por su tarea realizada en búsquedas bibliográficas de manera eficiente.

Al Ing. Luis Croharé, por sus aportes brindados en Metodología y Estadística, desarrollados en el Laboratorio de Microscopía y Procesamiento de Imágenes, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba.

A mis queridas amigas, por estar presentes brindando siempre su apoyo.

A docentes de la Cátedra de Ortodoncia A, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba por su compañerismo.

A mi familia, por siempre entenderme y acompañarme en mis proyectos.

A mi padre y mi madre por su ejemplo de honestidad y trabajo.

A mis queridas hermanas por alentarme a más.

***Dedicada a Gustavo, Lucía y Maximiliano que me brindan su
corazón cada día.***



**COMITÉ INSTITUCIONAL DE ETICA EN INVESTIGACION EN SALUD (CIEIS)
FACULTAD DE ODONTOLOGIA. UNC**

ODO CAI-CIEIS N°:	9 T	
Título del Proyecto	Evaluación de factores predisponentes de la erupción ectópica del segundo molar inferior.	
Investigador principal/Director	Cristina Albornoz	
Trabajo Patrocinado	Describir brevemente: No es patrocinado	
Investigación en personas vulnerables (niños)	Describir brevemente (tipo de Investigación): En este proyecto se propone determinar, mediante fichas clínicas, radiografías y modelos de yeso, el porcentaje de niños/adolescentes sin caries y con erupción ectópica de los segundos molares mandibulares permanentes, relacionar esta erupción con el crecimiento y desarrollo de la mandíbula en sentido transversal y anteroposterior, y evaluar si la inclinación del segundo molar mandibular es un parámetro asociado a un mayor riesgo de erupción ectópica del segundo molar mandibular permanente.	
Evaluación del Comité Institucional de Investigación en Salud	Resultado Evaluación:	Se le dio el Visto Bueno para ser evaluado por el CIEIS. Fecha: 16/06/2016

Resolución Final:

El CIEIS-Facultad de Odontología, en reunión plenaria, ha decidido **APROBAR** el protocolo de referencia, según consta en el Libro de Actas N° 91 con fecha 02 de agosto de 2016.

La investigación cumple con las disposiciones y regulaciones provinciales nacionales e internacionales que salvaguardan los derechos de los participantes en la investigación clínica.

El investigador responsable deberá notificar a este Comité en los formularios correspondientes:

- El inicio de la ejecución del estudio dentro de las 72 horas.
- El informe de avance de reclutamiento anual en donde se incluirá el estado de progreso del protocolo y cualquier otra situación que modifique el curso de la investigación y/o revista mayor seguridad para los participantes.
- Los eventos adversos serios dentro de los 10 días hábiles de ocurrido el evento.
- Las enmiendas realizadas en el protocolo de manera oportuna y para su aprobación.
- La suspensión o cancelación del estudio de manera inmediata.
- El informe de finalización de la investigación.

De no cumplimentar con los requisitos solicitados, en un tiempo menor a 3 meses, se comunicará al CoEIS el no cumplimiento de los requisitos éticos necesarios para realizar los estudios planteados en el proyecto.

Firma Coordinador (o en su reemplazo quien corresponda)	Lugar y Fecha
 Prof. Dra. Alicia del V. Simbron Coordinadora CIEIS Facultad de Odontología UNC	Córdoba, 02/08/2016

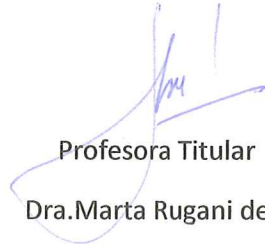
Córdoba 19 de marzo de 2018

Comisión de Doctorado
Escuela de Posgrado
Facultad de Odontología
Universidad Nacional de Córdoba
S _____ / _____ D

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Uds. con el objeto de informarles que se ha autorizado a la Od. Albornoz, Cristina Inés, a realizar su trabajo de Tesis Doctoral "Evaluación de los factores de riesgo en la impactación del segundo molar mandibular permanente" en el ámbito de la cátedra de Ortodoncia "A" que se encuentra a mi cargo.

Sin otro particular, saludo a Udes. muy atte.



Profesora Titular
Dra. Marta Rugani de Cravero

Córdoba 19 de marzo de 2018

Certifico que la Odontóloga Cristina Inés Albornoz realizó, bajo mi control, mediciones sobre radiografías Panorámicas obtenidas de los archivos de la Cátedra de Ortodoncia "A" de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba, para su trabajo de Tesis Doctoral "Evaluación de los factores de riesgo en la impactación del segundo molar mandibular permanente."

A solicitud de la interesada y a los efectos de ser presentado a quien corresponda, se extiende el presente certificado.



Profesora Titular

Dra. Marta Rugani de Cravero

Córdoba, 15 de abril de 2022

Comisión de Doctorado
Escuela de Graduados
Facultad de Odontología
S _____ / _____ D

De mi mayor consideración

Certifico que las mediciones realizadas sobre los modelos de yeso de la arcada inferior y sobre las ortopantomografías, junto a sus respectivos estudios estadísticos pertenecen al Trabajo de Tesis Doctoral "EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO EN LA IMPACTACIÓN DEL SEGUNDO MOLAR MANDIBULAR PERMANENTE" perteneciente a la Od. Cristina Inés Albornoz.

Los mismos fueron realizados en el Laboratorio de Microscopia y Procesamiento de Imágenes, dependiente del Área de Biología Odontológica (ABO), de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba.

Sin otro particular saludo a Ud muy atte.-


Ing. Luis Croharé

ÍNDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	5
Introducción	7
Marco Teórico	9
Crecimiento y desarrollo	10
Embriología dentaria: Odontogénesis	11
Erupción y recambio dentario	13
Recambio dentario	17
Dientes de crecimiento continuo	19
Erupción continua del diente y estructuras circundantes	19
Mecanismos de la erupción.....	20
Desarrollo general de la dentición	22
Características eruptivas generales	25
Métodos de evaluación de la calcificación de la dentición permanente.....	28
Fuerza masticatoria y erupción.	31
Succión y otros hábitos relacionados a la erupción.	32
Tamaño y forma dental.....	40
Hipótesis	44
Objetivo general.....	45
Objetivos específicos.....	45
Materiales y Métodos.....	47
a) Criterios de Inclusión:	47
b) Criterios de Exclusión:	47
Análisis estadístico	48
Descripción de las variables evaluadas en el estudio.....	48
Resultados	57
D-TAN: Distancia entre tangentes mesiales y distales de molares, medida sobre OPT	57
Clasificación de riesgo de impactación, según método de discretización de la variable continua	58
ANG-7^6: Angulo entre molares inferiores.....	59
Relación entre D-TAN y ANG 7^6.....	62
Relación entre D-TAN y la Edad según grupo de riesgo.....	63
Valoración de D-TAN según edad y sexo	64
Relación entre D-TAN y biotipo facial.....	65
Valoración de D-TAN según biotipo facial.....	66
Relación entre D-TAN y el apiñamiento anterior mandibular	66

Relación entre ANG-7 ⁶ y la Edad según grupo de riesgo.....	68
Valoración de ANG-7 ⁶ según edad y sexo.....	69
Análisis mediante modelo de regresión lineal generalizado (MRLG).....	70
Análisis mediante modelo de regresión lineal generalizado (MRLG).....	72
Relación entre la rotación de primeros molares y el riesgo de impactación	73
Relación entre D-TAN y el ancho mesiodistal del 1MM (6MD)	74
Relación entre D-TAN y el ancho mesiodistal del 2MM (7MD)	74
Relación entre D-TAN y el ancho mesiodistal del 3MM (8MD)	75
Valoración de los anchos MD de los MM según grupo de riesgo de impactación	75
Valoración del espacio J-6' según grupo de riesgo de impactación.....	77
Relación entre la distancia J-6' y la edad	78
Relación entre la edad cronológica y la edad dentaria según Nolla.	79
Relación entre la edad CRONOLÓGICA y J6' según grupo de riesgo	80
Relación entre la edad dentaria según Nolla y J6' según grupo de riesgo	81
Estadios de desarrollo (según Nolla) de los molares mandibulares según grupo de riesgo	82
Posición de los molares mandibulares según grupo de riesgo	83
Angulación del 3MM respecto al plano oclusal (ANG-8 ^{OP})	84
Angulación del 3MM (ANG-8 ^{OP}) según grupo de riesgo de impactación.....	85
Valoración del ángulo ANG-8 ^{OP} según grupo según grupo RI	86
Discusión	87
Conclusión	93
Bibliografía	95

EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO EN LA IMPACTACIÓN DEL SEGUNDO MOLAR MANDIBULAR PERMANENTE

Resumen

La impactación dentaria es definida como una interrupción en la erupción causada por obstáculos físicos durante el proceso eruptivo o por la posición anormal al erupcionar. El propósito de esta investigación consistió en evaluar los factores de riesgo de impactación del segundo molar mandibular permanente (2MM) que permitirá un diagnóstico temprano y reducir el riesgo de impactación o la dificultad y complejidad del tratamiento. Los datos fueron obtenidos después de revisar un total de 400 casos de adolescentes de entre 10 y 15 años, que acudieron en forma espontánea a la cátedra de Ortodoncia "A" de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba con la finalidad de acceder a realizarse un tratamiento de ortodoncia.

Material y método: Del total de la muestra, según los criterios de inclusión y exclusión, fueron seleccionadas 200 casos, con sus correspondientes historias clínicas, ortopantomografías, telerradiografías laterales craneales y modelos de yeso de las arcadas dentarias, sobre los cuales se obtuvieron datos de edad, sexo, edad dentaria según tabla de Nolla; biotipo facial según Björk Jarabak y dimensiones transversales y anteroposteriores según el índice de Ricketts. La muestra se dividió en grupo de erupción normal EN y grupo con riesgo de erupción RI.

La **hipótesis** del trabajo es: "se sostiene que existen parámetros dimensionales, de rotaciones, desplazamientos dentarios y angulaciones dentarias, que predisponen a la impactación de los segundos molares mandibulares permanentes".

Objetivo general: evaluar los factores de riesgo de impactación del segundo molar mandibular permanente en niños y adolescentes de ambos sexos, de 10 a 15 años.

Objetivos específicos: **Determinar** la prevalencia de impactación de los 2MM en niños y adolescentes de 10 a 15 años, de ambos sexos. **Medir** el ángulo formado entre los ejes longitudinales de los primeros y segundos molares inferiores permanentes. **Cuantificar** la distancia entre tangentes de las caras mesiales y distales de los molares inferiores (D-TAN). **Determinar** en modelos dentales, los desplazamientos dentarios en sentido vestíbulo-lingual respecto a la posición "ideal" de alineación sobre la arcada inferior y el grado de apiñamiento del segmento anterior de la mandíbula (incisivos centrales y laterales). **Obtener** los valores de rotación de todos los dientes mandibulares, respecto a la posición "ideal" de alineación sobre la arcada. **Medir** los arcos mandibulares según las medidas transversales y longitudinales del índice de Ricketts. **Evaluar** el grado de asociación entre los diversos parámetros clínicos y el riesgo de impactación del 2MM permanente, considerando los factores: sexo, edad, biotipo facial, las mediciones obtenidas en este estudio: dimensiones mandibulares, rotaciones y desplazamientos dentarios, apiñamiento anterior y ángulo y separación entre 1MM y 2MM permanentes.

Establecer la relación entre D-TAN y el ancho mesiodistal del 1MM, (6MD), 2MM (7MD), y del 3MM(8MD). **Estimar** y **valorar** los anchos MD de los Molares Mandibulares, según grupo. **Determinar** la relación entre la distancia entre las tangentes (D-TAN) y la distancia de la cara distal del 1MM al borde anterior de la rama mandibular (J-6') según grupo. **Medir** la distancia J-6' según grupo. **Comprobar** la relación entre la distancia J-6' y la edad cronológica según grupo. **Analizar** la relación entre la edad cronológica y la edad dentaria según Nolla. **Evaluar** el grado de desarrollo dentario de los molares mandibulares establecido por Nolla, en sus 10 estadios, según grupo de riesgo. **Medir** el ángulo del 3 MM respecto al plano oclusal (ANG-8^OP).

Diseño metodológico: estudio retrospectivo, descriptivo, correlacional y observacional de casos control.

Resultados: En los 200 pacientes incluidos en el estudio, se examinaron 400 2MM derechos e izquierdos y se observó que 51/400 (12,75%) estaban impactados o con riesgo de impactación (RI) y 349/400 (87,25%) eran 2MM con EN.

La prevalencia de impactación fue de 12,75%, el ángulo ANG 7^6 con una media de 14°.43, en el grupo de RI y 7.31° en el grupo de EN. La rotación positiva del primer molar inferior permanente y la presencia de apiñamiento en el arco incisivo mandibular tienen significación estadística. Las diferencias entre grupos de riesgo en relación con la edad dentaria según Nolla resultaron aún más significativas que las obtenidas previamente al considerar la edad cronológica, la edad dentaria según Nolla en el grupo de riesgo (Nolla 10,0 vs edad cronológica 11,2), siendo según Nolla, significativamente menor.

Conclusiones: la ortopantomografía es un elemento diagnóstico para determinar la posible impactación de 2MM. Resultaron significativas las diferencias entre categorías de tipo de erupción, EN y RI. Se consideraron los factores: edad, ángulo entre molares (ANG-7^6), rotación de primeros molares, y el desplazamiento de los dientes. En pacientes que presenten menor desarrollo dentario según Nolla, distancia J6' disminuida, en molares mandibulares, cuyos anchos tengan menores dimensiones en sentido mesiodistal fueron estadísticamente significativos. Con respecto al sexo, hay una tendencia mayor en el grupo de mujeres. **Palabras Claves:** Segundo molar mandibular permanente, impactación dentaria.

Abstract

Tooth impaction is defined as an interruption in the eruption caused by physical obstacles during the eruption process, or by an abnormal position during eruption. The purpose of this research was to assess the impaction risk factors of the permanent mandibular second molar (MM2), which will allow to get an early diagnosis and to reduce the impaction risk, or the treatment difficulty and complexity. Data were obtained after the examination of a total of 400 cases of teenagers who were between 10 and 15 years old and went spontaneously to Orthodontics "A" lecture room in the Faculty of Odontology of the National University of Córdoba with the aim to accept to undergo an orthodontics treatment.

Material and method: From the total of the sample, according to the inclusion and exclusion criteria, 200 cases were selected with their corresponding medical records, orthopantomographies, lateral telerradiographies of the cranium, and dental arches plaster models; data related to age, gender, dental age using Nolla's Table, facial biotype according to Björk Jarabak, and transverse and anteroposterior dimensions based on Ricketts' Index were obtained about them. The sample was divided into a group with normal eruption EN, and a group with eruption risk RI.

The **hypothesis** of the paper is: "it is maintained that there are dimensional, and rotational parameters, dental movements and dental angulations that influence the impaction of the permanent mandibular second molars."

General objective: To assess the impaction risk factors of the permanent mandibular second molar in male and female kids and teenagers between 10 and 15 years old.

Specific objectives: **To determine** the impaction prevalence of the MM2 in male and female kids and teenagers between 10 and 15 years old. **To measure** the angle that is formed between the longitudinal axes of the permanent first and second inferior molars.

To quantify the distance between the tangents of the mesial and distal faces of the inferior molars (D-TAN). **To determine**, in dental models, the dental movements in vestibular-lingual direction with respect to the "ideal" position of alignment on the inferior arch, and the crowding degree of the anterior segment of the jaw (central and lateral incisors). **To get** the rotational values of all mandibular teeth with respect to the "ideal" position of alignment on the arch. **To measure** the mandibular arches according to the transverse and longitudinal measurements from the Ricketts' Index. **To assess** the association degree among the diverse clinical parameters and the impaction risk of the permanent MM2, considering these factors: gender, age, facial biotype, the measurements obtained in this study: mandibular dimensions, tooth rotations and movements, anterior crowding, and angle and separation between the permanent MM1 and MM2. **To establish** the relationship between D-TAN and the mesiodistal width of MM1, (MD6), MM2 (MD7), and MM3 (MD8). **To estimate** and assess the MD widths of the mandibular molars, according to the group. **To determine** the relationship between

the distance of the tangents (D-TAN), and the distance from the distal face of the MM1 to the anterior rim of the mandibular ramus (J-6') according to the group. **To measure** the distance J-6' according to the group. **To check** the relationship between the distance J-6' and the chronological age according to the group. **To analyze** the relationship between the chronological age and the dental age based on Nolla's Table. **To assess** the dental development degree of the mandibular molars established by Nolla, in the 10 stages, according to the risk group. **To measure** the angle of the MM3 with respect to the occlusal plane (ANG-8^{OP}).

Methodological design: Retrospective, descriptive, correlational, and observational case-control study.

Results: In the 200 patients included in the study, 400 right and left MM2 were examined, and it was seen that 51/400 (12.75%) were impacted or had impaction risk (RI) and 349/400 (87.25%) were MM2 with EN.

The impaction prevalence was 12.75%, and the angle ANG 7⁶ showed a media of 14.43° in the RI group and 7.31° in the EN group. The positive rotation of the permanent first inferior molar, and the presence of crowding in the mandibular incisive arch have statistical significance. The differences among risk groups with relation to the dental age according to Nolla were even more significant than the previously obtained considering the chronological age; the dental age based on Nolla in the risk group (Nolla 10.0 vs chronological age 11.2) was, according to Nolla, significantly lower.

Conclusions: The orthopantomography is a diagnostic resource used to determine the possible impaction of MM2. The differences between the eruption type categories, EN and RI, were significant. These factors were considered: age, angle between molars (ANG-7⁶), first molars rotation, and teeth movement. In patients with less dental development according to Nolla, the reduced J-6' distance in mandibular molars, whose widths have lower dimensions in mesiodistal direction, was statistically significant. Regarding gender, there is a higher trend in the female group. **Keywords:** Mandibular permanent second molar, dental impaction.

Introducción

La impactación dentaria es definida como una interrupción en la erupción causada por obstáculos físicos durante el proceso eruptivo o por la posición anormal al erupcionar. Según Espinal Botero en 2014, los dientes más afectados son los terceros molares, caninos maxilares, segundos premolares y molares mandibulares, con una prevalencia de impactación de segundos molares mandibulares (2MM) de 10,8%. Otros autores, como Enache A et al en 2012 expresan, que la impactación de los dientes es un desarrollo dental anormal y la impactación del segundo molar permanente tiene una prevalencia de 2.3%. Goruver en 2010 sostiene, que la impactación es más frecuente de forma unilateral y en varones entre 12 y 17 años. Tanto los autores antes mencionados, como Cho et al. (2008), Prashanth et al. (2010), Lindaurer (2010), Gulses (2012) Cassetta (2014), Espinal Botero (2014), Sandoval Vidal et al. (2014), Neychev et al. (2017), Janakiraman et al. (2017) , DiBagno et al. (2018) , Sanaa Alami et al. (2019), Aliaga Rojas (2019), Tamer et al. (2020), Turlley (2020), Kaur Sangha et al. (2021); consideran a la ortopantomografía una ayuda diagnóstica garantizada, con un bajo nivel de radiación para el paciente, que brinda información indispensable en cuanto a la ubicación, angulación, y profundidad de las piezas no erupcionadas y/o impactadas. Por tal motivo, nuestro trabajo, se basó en el análisis ortopantomográfico, telerradiográfico y de modelos dentales inferiores escaneados, en niños y adolescentes de ambos sexos, de entre 10 a 15 años.

Los problemas de erupción pueden deberse a problemas genéticos o ambientales, específicamente a la posición ectópica u obstáculos en el camino eruptivo. Sin embargo, se ha demostrado que la impactación de este elemento dentario tiene un patrón de herencia autosómico dominante en los estadounidenses de origen chino. Shapira et al. (2011), encontraron que ciertas razas tienen una prevalencia de impactación más alta que otras; por ejemplo, 2.3% en las poblaciones chinas de América versus las poblaciones israelíes con 1.4%. Además, otros factores pueden influir en la impactación del 2MM tales como: el apiñamiento, dientes supernumerarios, odontomas, quistes o posiciones ectópicas de los dientes en la dentición primaria. Enache 2012 encontró otra causa, como es, el exceso de espacio entre 1MM y 2MM lo cual, permite un aumento de

24° o más en la inclinación mesial del 2MM (Shapira, 1988; Sawicka, 2007; Cho, 2008; Magnusson, 2009). También se describen, razones iatrogénicas por el uso de aparatología ortodóncica, utilizada para mantener el perímetro del arco, como es el arco lingual y bandas molares adaptadas deficientemente, o por tratamientos ortodóncicos tempranos (arco lingual de Portter), sin un correcto diagnóstico (Rubin, 2012). El mismo autor y Enache (2012), Jacob et al. (2014) sostienen que los lip bumper brindan una ganancia clínica significativa del perímetro del arco mandibular, aunque esta aparatología no es utilizada con tanta frecuencia debido a la posibilidad de generar estos trastornos eruptivos. Ya Evans (1988) y los antes mencionados como Rubin, Mc Namara y Baccetti (2012) sustentan que la elección terapéutica **ortodóncica de la no extracción** es otra de las causas del aumento de la prevalencia de impactación del segundo molar mandibular. Las causas genéticas de estas perturbaciones eruptivas siguen siendo confusas o multicausales. Se ha asociado al Receptor 1 de la hormona paratiroidea (PTH1R) con una falla primaria de la erupción, aunque no se han identificado mutaciones genéticas específicas asociadas con la impactación del segundo molar (Janakiram, 2017).

Es de fundamental importancia considerar los factores de riesgo de impactación antes de la intervención del ortodoncista. Por tal motivo, nuestro trabajo de investigación se basa, específicamente, en evaluar los factores de riesgo de la impactación de los segundos molares mandibulares.

Marco Teórico

La maloclusión ha tenido un gran incremento en la población actual. Si se compara con los restos esqueléticos encontrados, la incidencia actual es muy superior a la de hace mil años, aunque, en la escala evolutiva, representa un período muy breve. Los fósiles han puesto de manifiesto, a lo largo de varios milenios, la tendencia a la disminución de tamaño y número de dientes y del tamaño de los maxilares. Por ejemplo, se ha evidenciado la disminución paulatina del tamaño de los dientes anteriores y posteriores. Con respecto a los primates, han desaparecido el tercer incisivo y tercer premolar, así como el cuarto molar. (Proffit, 2008). Autores como Proffit en 2008 y Turley en 2020, indican que los cambios de estilo de la vida rural a la vida urbana tuvieron influencia para acrecentar las maloclusiones. En la época primitiva un aparato masticatorio adecuado era primordial para poder sobrevivir y reproducir la especie humana. Según los antropólogos, la modernización de la cocción de los alimentos y la disminución en la densidad de estos, han influido en las demandas del sistema masticatorio. Por lo tanto, el aumento en la prevalencia de las maloclusiones tiene una relación estrecha con el cambio de estilo de vida.

La erupción dentaria ha sido considerada con diferentes enfoques, en distintas culturas antiguas y contemporáneas. En biología, es utilizada como punto de referencia para medir el desarrollo humano y valorar el crecimiento junto a las fórmulas dentarias, comparando la edad biológica con la edad dentaria.

La erupción dentaria responde a una serie de fenómenos que posibilitan que el diente, en el interior del hueso, sin terminar su formación, realice movimientos axiales y migre hacia el lugar que le corresponde en el arco dentario. Goran Koch y Seven Poulsen en 2011, la definen “como el movimiento axial del diente, sobre todo en dirección axial, de su sitio de desarrollo en el hueso maxilar a su posición funcional de la cavidad bucal”. Esto comienza cuando todavía los dientes están en el interior de sus maxilares y no han terminado de formar su raíz. La erupción se produce cuando se ha formado toda la corona y dos tercios de su raíz. Tardan un año más en formar la totalidad de su ápice en los dientes primarios y tres años en los permanentes. La formación y erupción de los dientes es un proceso biológico de interés médico, odontológico y social. Tal como ya había sido expuesto por Varpio (1988) los fenómenos de erupción dentaria marcan parte del desarrollo del niño, siendo el proceso de la dentición un gradiente ascendente en su maduración biológica. Gómez de Ferraris, (2009) sostiene que la erupción dentaria debe considerarse como el resultado de un proceso multifactorial, en el que participan el desarrollo radicular y el crecimiento del hueso alveolar. También se ha demostrado que intervienen distintas hormonas y factores de crecimiento. Entre las primeras se pueden

nombrar a la tiroxina y la hidrocortisona, las cuales aceleran el proceso de erupción, en tanto que entre los factores de crecimiento se encuentran: de crecimiento epidérmico (EGF) y, de forma directa, a través del factor transformador de crecimiento (TGFB1) responsable de iniciar la cascada de señales moleculares que estimulan el comienzo de la erupción dentaria.

La erupción dental está influenciada por la hormona de crecimiento de la Hipófisis y se requieren también las hormonas tiroidea y paratiroidea relacionada con las proteínas (Mc Donald y Avery,2014)

Crecimiento y desarrollo

Para comprender mejor los procesos de crecimiento y desarrollo que se producen en las estructuras que componen el Complejo Cráneo facial, debemos diferenciarlos de acuerdo a lo expresado por McDonald y Avery (2014). Por ello, el crecimiento se refiere a un aumento de tamaño anatómico y el desarrollo consiste en la maduración de órganos y sistemas. El crecimiento se evalúa por tres parámetros: magnitud, velocidad y dirección, teniendo en cuenta que la magnitud es la dimensión lineal, la dirección se refiere al vector del incremento de tamaño y la velocidad a la cantidad de cambio por unidad de tiempo. Para analizar el aumento de tamaño, se representa por el crecimiento acumulativo o de distancia, expresados en gráficos, como porcentajes totales. Otra forma, es mostrar el crecimiento incremental o de velocidad, la cual grafica los aumentos o incrementos de crecimiento como una función en el tiempo. La curva de crecimiento incremental humana se caracteriza por un rápido crecimiento prenatal acelerado, una desaceleración del crecimiento a los dos o tres primeros años y una etapa lenta de crecimiento incremental en la infancia, la cual es seguida por la aceleración del crecimiento de dos a tres años durante la adolescencia puberal. El crecimiento es un fenómeno complejo. Para su comprensión, en la literatura se elaboraron postulados, derivados de los principios comunes acerca del crecimiento humano general y desarrollo presentados por Valadian y Porter. Entre ellos podemos mencionar: 1) la disposición de crecimiento es similar para todos los individuos sanos. 2) Distintas partes del cuerpo aumentan en longitud a diferentes ritmos. 3) El potencial total para el crecimiento está determinado por los factores intrínsecos o genéticos, los cuales son condiciones o acontecimientos que ocurren desde la concepción hasta el nacimiento. 4) El potencial de crecimiento, está determinado principalmente por factores extrínsecos o ambientales. Con respecto al crecimiento craneofacial, sus diferentes partes crecen en momentos distintos, por ejemplo: magnitud, dirección y velocidad difieren según el sexo. Por lo general, las mujeres maduran dos años antes que los hombres, crecen por menos tiempo y adquieren

menor tamaño. Pero Valadian y Porter señalan que, son tan manifiestas las variaciones en la maduración, que un varón de maduración y desarrollo temprano, puede hacerlo antes que una niña de maduración y desarrollo tardío. Por ello, un elemento frecuente para indicar la distribución del crecimiento es la desviación estándar. Los valores medios y las desviaciones estándares son ayudas de mucho valor para las normativas de una población.

Embriología dentaria: Odontogénesis

Gómez de Ferraris (2009), en su libro *Embriología Dentaria*, explica muy claramente que en la odontogénesis intervienen 2 capas germinativas: el epitelio ectodérmico que dará origen al esmalte y el ectomesénquima que crea los tejidos restantes, los cuales son hueso alveolar, complejo dentinopulpar, cemento, y ligamento periodontal.

Son variados los mecanismos que generan el desarrollo del germen dental. En la odontogénesis, el ectomesénquima o también llamado mesénquima es el principal inductor. Éstas son células derivadas de la cresta neural, que migraron hacia la región cefálica.

Todos estos mecanismos son regidos y controlados por genes, que producen un fenómeno que inducirá al origen de la organogénesis dentaria.

Se distinguen dos fases en el proceso de la odontogénesis: **morfogénesis del órgano dentario**, generada por un conjunto de diferenciaciones funcionales, morfológicas y químicas que se inician en la sexta semana de vida intrauterina y continúan a lo largo de toda la vida del diente. Empieza con la aparición de la lámina vestibular que degenera y configuran una hendidura para el surco vestibular. De la lámina dental se formarán los gérmenes dentales (Gómez de Ferraris, 2009).

En la 6ta semana de vida uterina, proliferan diez crecimientos epiteliales dentro del ectomesénquima de cada maxilar. Cada germen dentario sigue en su desarrollo un conjunto de fases llamadas estadios: de brote macizo (o yema), de casquete, de campana y de folículo dentario. El otro proceso es: **histogénesis o citodiferenciación**, en el cual distintos tipos de tejidos dentarios se originarán como el esmalte (amelogénesis), dentina (dentinogénesis) y periodonto de inserción cementogénesis (Gómez de Ferraris, 2009).

Estadio de yema o de brote

Es el inicio de la etapa morfológica en el desarrollo dental, cuando proliferan las células epiteliales de la lámina dental dentro del ectomesénquima de los maxilares, en la sexta semana de vida intrauterina. La forma de esta proliferación es ovalada. Posteriormente, estos serán los órganos del esmalte que originan al tejido de naturaleza ectodérmica. A

esta etapa se la define como un estado proliferativo de las células mesenquimales y las células epiteliales orales.

Estadio de casquete o caperuza

Alrededor de la novena semana se establece una concavidad en la cara profunda del brote o yema que adquiere una apariencia de verdadero casquete.

Se diferencian las posteriores estructuras en el órgano del esmalte: El epitelio externo, epitelio interno (preameloblástico, epitelio dental interno), y el retículo estrellado. El mesénquima que hay dentro de la concavidad se densifica por división celular y se presenta con gran cantidad de capilares, brindando espacio a la papila dentaria; posteriormente el complejo dentinopulpar.

Existen tres estructuras embrionarias principales en esta etapa de casquete para el desarrollo dentario: órgano del esmalte, esbozo de papila dentaria y esbozo de saco o folículo dentario.

Estadio de Campana

Se genera entre las catorce a dieciocho semanas de vida intrauterina. Se acentúa la invaginación del epitelio dental interno, obteniendo la apariencia de una campana. Se considera una etapa inicial y otra más avanzada, donde los procesos de morfo e histodiferenciación son muy evidentes. En la etapa inicial, el órgano del esmalte muestra una nueva capa denominada estrato intermedio, posicionado en medio del epitelio interno y el retículo estrellado. El epitelio externo presenta brotes vasculares que derivan del saco dentario; de esta forma, la nutrición del órgano del esmalte está asegurada.

Cuando ocurre el corte de nutrición para el órgano del esmalte, las células del epitelio interno se encuentran segregando esmalte, lo que genera un requerimiento añadido de nutrientes; el retículo estrellado se adelgaza y así contrarrestar esta disminución. Permite, además, el flujo de elementos nutricionales desde los vasos sanguíneos del saco dentario hasta los ameloblastos formado a partir de epitelio dental interno.

Se piensa que el estrato intermedio participa indirectamente en la mineralización del esmalte durante la amelogénesis. Algunos autores afirman que el epitelio dental interno y el estrato intermedio deberían estar considerados como única unidad funcional, encargada de la creación del esmalte (Gómez de Ferraris, 2009).

En esta etapa de campana se determina la morfología de la corona, por acción o señales determinadas del ectomesénquima subyacente o papila dental, en relación con el epitelio interno del órgano dental. Estos eventos se dan antes de comenzar la aposición y mineralización de los tejidos dentales.

En la etapa final de campana, se inicia la histogénesis o aposición de los tejidos duros dentarios (esmalte y dentina). El estrato se relaciona con los vasos sanguíneos

procedentes del saco dentario, ratificando no solo la vitalidad de los ameloblastos, sino verificando el trayecto de la contribución de calcio, del medio extracelular al esmalte en formación. Cuando los odontoblastos ya forman dentina, la zona central de la papila dentaria se transforma en pulpa dental que presenta abundante sustancia fundamental, nervios derivados del trigémino, fibroblastos y distintos tipos de fibras.

De la capa celular constituida por células mesenquimales indiferenciadas derivarán los componentes del periodonto de inserción: cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar (Gómez de Ferraris, 2009).

Estadio terminal o de folículo dentario

El inicio de este estadio es cuando se reconoce la ubicación de las próximas cúspides o bordes incisales, el aspecto del depósito de la matriz del esmalte sobre las capas de la dentina en desarrollo. La creación de matriz orgánica, encargada por los odontoblastos para dentina y de los ameloblastos para el esmalte, es seguida por las fases iniciales de su mineralización.

La formación de la corona dental se realiza inicialmente con el depósito de algunas laminillas de dentina y posteriormente de esmalte. El procedimiento es iniciado a nivel del borde incisal o de las cúspides y progresivamente abarca hacia cervical. Los dientes multicuspídeos comienzan de forma independiente y posteriormente se juntan entre sí.

Todo esto se ocasiona por la aparición de surcos en la superficie oclusal de dientes molares y premolares.

Ya establecido el patrón coronario y empezado el proceso de histogénesis dental a través de los mecanismos de dentinogénesis y amelogénesis, la primera de forma centrífuga y centrípeta la segunda, empieza el crecimiento y creación del patrón radicular (Gómez de Ferraris, 2009).

Erupción y recambio dentario

Desde el punto de vista semántico, el término erupción se aplica a la salida de algo al exterior; en latín, *eruptio* significa brote o aparición e implica la aparición de erupción, que es, la salida de un órgano desde el interior hacia el medio ambiente externo (Varpio, 1988; Bordoni, 2010).

La erupción dentaria es un proceso fisiológico fuertemente influenciado por el normal crecimiento y desarrollo del complejo craneofacial (Shipper, 2003; Graber-Vanarsdall-Vig 2006).

El interés con que se observa la erupción y el recambio dentario está fundado por la frecuencia de la patología “caries” en este período, teniendo en cuenta la secuencia eruptiva y el crecimiento maxilar para el desarrollo de la oclusión y el engranaje cuspídeo. En ortodoncia, la erupción es campo de interés primordial, por ser el momento decisivo de diferentes opciones terapéuticas (Bordoni, 2010).

Para cumplir con la función masticatoria el diente sufre un largo período preparatorio que le permitirá lograr la supervivencia. Al erupcionar, el esmalte que cubre la corona, le brinda la dureza y resistencia necesarias para permanecer en el medio bucal soportando el choque masticatorio. La corona dentaria tiene, por otro lado, una morfología definida en conjunción al resto de los dientes vecinos y antagonistas con las que deberá ocluir (Bordoni, 2010).

El proceso de la formación y erupción dentaria se divide en fases, que se producen consecutivamente, con características esenciales en cada una de ellas, a saber: fase preeruptiva, prefuncional y funcional (Gómez de Ferraris, 2009; Bordoni, 2010).

En el fenómeno eruptivo, se describen tres fases, en las que el diente recorre un largo trayecto desde el lugar de formación, hasta que establece contacto oclusal con el diente antagonista. Este concepto de la erupción también abarca, la fase de crecimiento vertical intramaxilar que lleva al diente desde el interior del hueso a la cresta alveolar (Cannut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

Los mismos autores consideran que el diente empieza la erupción cuando inicia su recorrido en el interior del hueso maxilar una vez calcificada la corona y formada la raíz. Este proceso eruptivo se divide en una fase preeruptiva, fase prefuncional y fase funcional.

En la **Fase Preeruptiva** hay un desarrollo esquelético de los maxilares que se produce por dos mecanismos: desplazamiento y migración. Así se manifiesta en el empuje del septum nasal, que desplaza al maxilar hacia abajo y adelante por remodelación, a través de fenómenos de reabsorción y aposición. En la primera situación los gérmenes dentarios son desplazados en forma pasiva, pero en la segunda, deben realizar una reubicación para continuar en sus posiciones, en huesos que están en plena actividad de remodelación (Bordoni, 2010). Esto se logra, con reabsorción ósea en el frente de la cripta y oposición en la zona opuesta. Cuando los maxilares crecen en los tres planos del espacio, los dientes primarios se mueven hacia vestibular y oclusal al igual que la dirección de crecimiento de la cara y los procesos alveolares. En el mismo momento, en la serie primaria, los dientes anteriores se mueven hacia mesial y los molares hacia distal.

Los gérmenes de los dientes permanentes se desarrollan por lingual y cercano a incisal u oclusal de los dientes primarios; los premolares se ubican en la zona interradicular de los molares primarios. En este período de fase eruptiva, se produce: la formación de las canastillas óseas y el movimiento del germen dental (Gómez de Ferraris, 2009; Bordoni, 2010).

Formación de las canastillas óseas: como todavía el germen no entra en función, se forma un hueso trabeculado y no fasciculado o de inserción. La formación de estas canastillas comienza en los dientes anteriores y generalmente están abiertas hacia incisal y en los dientes posteriores cerradas en oclusal, las cuales se encuentran completamente desarrolladas en un embrión de cinco meses. (Gómez de Ferraris, 2009; Bordoni, 2010).

Movimientos del germen: Estos movimientos pre eruptivos se realizan de dos maneras. Primero se mueve todo el germen; y luego una parte permanece fija, mientras el resto sigue creciendo. Al mismo tiempo, la cripta se remodela, sí el germen se mueve hacia mesial, se reabsorbe la superficie mesial de la cripta y se deposita hueso en la pared distal para reparar el espacio creado. (Gómez de Ferraris, 2009; Bordoni, 2010) Los dientes primarios están separados del epitelio de la mucosa bucal solamente por los tejidos blandos, y los permanentes los cuales están totalmente rodeados por las criptas óseas, excepto en la región oclusal y en dirección lingual, en donde existe un orificio llamado canal gubernacular o Gubernaculum dentis, que comunica el diente permanente en desarrollo con el corion gingival. Los dientes temporales se desarrollan, crecen y se desplazan más fácilmente en dirección vestibuloclusal, mientras que los permanentes, en cambio, experimentan movimientos complicados antes de alcanzar la posición final desde la cual erupcionan. Al final de la fase preruptiva, los incisivos y caninos permanentes se sitúan lingualmente respecto a la región apical de los primarios. Los premolares se sitúan a nivel oclusal, donde la porción coronaria se ubica entre las raíces divergentes de los molares primarios. Aún los molares permanentes, que no tienen predecesores, sufren movimientos excéntricos desde el sitio de su diferenciación inicial (Gómez de Ferraris, 2009).

Fase eruptiva prefuncional

Esta fase comienza con la formación radicular y termina cuando perfora el epitelio bucal. Tiene lugar en el interior del hueso mientras madura el órgano del esmalte y hay un desplazamiento lateral desde el punto de origen de la lámina dentaria hacia la encía. En el momento formativo inicial. El folículo dentario crece concéntricamente alrededor de un punto central fijo, según un patrón de crecimiento circular quístico. El folículo se agranda mientras se desplaza desde lingual hacia labial; se acerca así tanto al plano oclusal como al borde mandibular o a la base del maxilar superior, pero no hay un verdadero

movimiento axial vertical. El diente comienza a aproximarse al borde alveolar en vía de erupción o crecimiento activo. El crecimiento radicular empuja la corona apoyándose en el hueso que circunda el ápice, aumentando la longitud total del diente (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010). Perforación del epitelio bucal: cuando termina de formarse el esmalte, el órgano dental desaparece quedando solamente el epitelio reducido del esmalte que se fusiona con el epitelio oral. En este momento hay un doble epitelio sobre el esmalte. El niño/a ayuda rozando la zona y aparece el borde incisal y las cúspides, comenzando la diferenciación del periodonto de protección. En este momento, la encía es una fibromucosa con dos fracciones llamadas vertientes. La vertiente dental o interna está recubierta por el epitelio reducido del órgano dental y la libre o externa por el epitelio de la mucosa oral. El epitelio de unión se forma al fondo de la hendidura gingival por la unión del epitelio reducido y el epitelio oral y es la verdadera unión dentogingival que resguarda el periodonto de inserción de la cavidad bucal (Gómez de Ferraris, 2009; Bordoni, 2010).

Formación de la raíz dentaria: antes que los ameloblastos depositen esmalte cervical a nivel del futuro límite amelocementario, las células del tejido epitelial, formado por la unión de los epitelios externo e interno del órgano dental, se prolongan en sentido cervical para formar la vaina de Hertwig, la cual cumple dos funciones: inductora de las células de la papila, diferenciando odontoblastos que establecen la dentina y modeladora dando forma a las raíces. La vaina de Hertwig crece en sentido horizontal para estrechar el espacio cervical del borde inferior de la corona y se denomina diafragma epitelial. Su finalidad es apartar la papila del conectivo subyacente y establecer un plano fijo de crecimiento. Luego prolifera en sentido apical, simultáneamente el folículo dentario diferencia los cementoblastos que depositan cemento primario a medida que la vaina de Hertwig desaparece (Gómez de Ferraris, 2009; Bordoni, 2010).

Formación del ligamento periodontal: mientras el cemento se sitúa en la dentina radicular se inicia el desarrollo, a partir del folículo dentario. Las células mesenquimáticas indiferenciadas del folículo dentario dan origen a los cementoblastos, los fibroblastos del ligamento periodontal y los osteoblastos del hueso alveolar. Las primeras fibras periodontales son finas y sin una orientación definida y sobre ellas se forman otras que van del cemento al hueso, que quedan atrapadas por cemento, que son las fibras perforantes. Cuando el ligamento periodontal comienza a formarse, lo hace desde cervical y cuando termina cubre toda la raíz formando haces de fibras ancladas al cemento y al hueso alveolar, llamadas fibras de Sharpey. En el ápice de la raíz en crecimiento, las fibras de la papila del folículo y del ligamento periodontal en formación,

forman el “ligamento en hamaca” que ayudarían al movimiento eruptivo vertical (Bordoni, 2010).

Formación del hueso alveolar: el alvéolo primario con trabéculas finas y aisladas progresa hacia la formación del alvéolo definitivo, aumentando su trabeculado y disminuyendo los espacios ocupados por mesoderma. Se diferencia la cortical de la esponjosa y la mesénquima periférica se convierte en periostio, encargado de la neoformación ósea. (Gómez de Ferraris, 2009; Bordoni,2010).

Los cambios que se producen en este período son los movimientos del germen, que comienzan con la reabsorción osteoclástica en los elementos dentarios anteriores. El germen se mueve por traslación y crecimiento. Cuando el diente entra en función, completa su raíz el diente primario de 1 a 1,5 años después y el permanente entre 2 a 3 años. (Bordoni, 2010).

Fase eruptiva funcional

Con la última etapa de la formación radicular tanto el alvéolo, el ligamento periodontal y el cemento radicular, van adoptando la forma definitiva; como así también la diferenciación definitiva del periodonto de protección. En este período se producen movimientos posteruptivos, y son más lentos que en los períodos anteriores. Podemos distinguir tres tipos de movimientos:

De acomodación: para adecuarse al crecimiento de los maxilares readaptando la posición alveolodentaria, con mínimos ajustes en la oclusión.

De compensación al desgaste oclusal: el diente erupciona para remediar la pérdida de tejido oclusal, con la aposición de cemento a la altura del ápice radicular y de esa forma conservar la dimensión vertical.

De compensación del desgaste interproximal: con la masticación se van produciendo desgastes del punto de contacto que generan facetas de desgastes y una disminución del diámetro mesiodistal de las piezas dentarias, para compensar ese desgaste, las piezas dentarias realizan un movimiento mesial y seguir conservando la continuidad del arco. (Gómez de Ferraris, 2009; Bordoni, 2010.)

Recambio dentario

Para que los elementos dentarios permanentes puedan reemplazar a los dientes primarios, estos últimos deben reabsorber sus raíces, por lo que, debe estimular la rizoclasia hasta exfoliarse.

La reabsorción de las raíces de los incisivos y caninos primarios comienza en lingual por la localización de los gérmenes de los elementos permanentes ubicados en dicho lugar. Los premolares se posicionan entre las raíces divergentes de los molares primarios.

Distintas teorías pretenden aclarar el fenómeno de la rizoclasia, tales como la teoría física, la teoría química, combinaciones entre éstas, siendo la teoría neuromuscular la más admitida, que la define como un fenómeno adaptativo al crecimiento del individuo. A medida que el individuo crece y se desarrolla, la función y forma de los distintos sistemas que lo componen, progresan aumentando la complejidad en sus funciones y el sistema estomatognático no es una excepción. El sistema nervioso y muscular se despliegan también dentro de este sistema, es por ello que el crecimiento y desarrollo de los maxilares, el aumento de la potencia muscular y un verdadero progreso en la coordinación neurológica, sería lo necesario para el deterioro de los tejidos que tienen que ver con los elementos primarios, dando paso a la evolución gradual de los elementos permanentes, en un sitio preparado para otras exigencias masticatorias y fisiológicas (Cannut Brusola 2001; Bordoni,2010).

Una vez que el diente contacta con el diente opuesto alcanza una nueva posición vertical y estabilidad durante varios años. Es un período de equilibrio dinámico en la que la corona busca su posición oclusal sin tener una erupción activa que le haga crecer verticalmente; el potencial eruptivo sigue latente, pero están presentes los factores ambientales que incluyen el crecimiento de los dientes vecinos o antagonistas y las fuerzas masticatorias, que pueden limitar la capacidad de crecimiento individual de cada diente (Canut Brusola 2001).

En la fase puberal, entre los 13 y 18 años, tiene lugar un nuevo período de erupción activa que no se observa en la dentición primaria. La corona crece de 2 a 3 mm alejándose de la base maxilar o del borde inferior del cuerpo mandibular, coincidente con el brote de crecimiento puberal. El desarrollo facial, que aumenta la altura por la separación de los maxilares ante el crecimiento condíleo y de la base craneal posterior, condicionan una adaptación dentaria, por lo que los dientes deben hacer erupción activamente para seguir manteniendo el contacto oclusal.

El diente en su conjunto, tanto la corona como el ápice, que ya ha completado la formación, acompañados del hueso alveolar circundante, crecen verticalmente en este nuevo estadio de erupción dentaria activa, cuyo parámetro está vinculado a factores ambientales de carácter individual reunidos con los fenómenos de crecimiento óseo acompañan a la maduración final de la cara.

Hacia los 18-20 años, se establece un nuevo equilibrio eruptivo relacionado con el cese del crecimiento de la cara. Los dientes parecen haber alcanzado su ubicación final y la oclusión estabiliza la posición dentaria. Sin embargo, el potencial eruptivo continúa en tanto y en cuanto el diente permanezca ubicado en el alveolo y el conjunto de factores que determinan el equilibrio estomatognático, brinden posición estable (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

Dientes de crecimiento continuo

La erupción continua es propia de los dientes de ciertos mamíferos inferiores que sufren un desgaste oclusal constante. Los molares del cobayo y del conejo mantienen la misma altura de la corona clínica, aunque no tienen una corona anatómica bien definida; desde la cara triturante hasta el ápice dentario, todo está revestido de esmalte, que sigue formándose por una amelogénesis permanente a lo largo de la vida del animal. Esta capacidad de formar esmalte subsana el ininterrumpido proceso abrasivo de la corona dentaria que permite que el diente se alargue y crezca. La existencia de un plexo intermedio periodontal que une los haces colágenos de la pared ósea con los provenientes de la raíz, permite que en el molar se produzca extrusión y crezca mientras continúa el proceso amelogenético (Canut Brusola 2001).

Erupción continua del diente y estructuras circundantes

La característica específica de la dentición humana es que el diente hace erupción, crece y se desplaza acompañado siempre de todos los elementos y componentes peridentarios. El diente forma una unidad funcional con el ligamento periodontal, el hueso alveolar y los tejidos gingivales de recubrimiento; cuando el diente cambia de posición lo hace todo el sistema de sostén. La particularidad de la erupción humana es que la irrupción que facilita la erupción no se produce en el periodonto, sino en algún punto del alveolo óseo circundante: el diente humano hace erupción desde el hueso y con el hueso maxilar que lo acompaña (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

El hueso maxilar acompaña al diente, crece y hace erupción al mismo tiempo. El odontón humano, es una unidad funcional integrada por la raíz, el ligamento periodontal, el hueso alveolar y la encía de recubrimiento. El potencial eruptivo está permanentemente presente en la dentición adulta y tan pronto como desaparece el elemento antagonista, crece el odontón como conjunto estructural y unidad funcional del aparato masticatorio del ser humano.

Debido al patrón y potencial eruptivo, se distinguen dos términos: 1) Erupción activa, en las que el diente y sus tejidos circundantes crecen. 2) Erupción pasiva, es un fenómeno relacionado con migración apical del epitelio de inserción gingival por el que la corona clínica se va agrandando con la edad (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

En la dentición mixta, un tercio de la corona anatómica está cubierta por encía y epitelio de inserción que se va retrayendo paulatinamente hasta quedar a nivel del cemento radicular en la etapa geronte. Es el deslizamiento de la encía hacia la raíz que aumenta la corona clínica y descubre el cemento; denominada erupción pasiva por responder a una migración de los tejidos blandos y no a un verdadero crecimiento vertical del diente (Canut Brusola 2001).

Mecanismos de la erupción

Hipótesis eruptivas

Canut Brusola en 2001 expresó que, la erupción dentaria es un proceso común a varias especies animales, aunque distinto en los mecanismos fisiológicos que llevan al diente a salir del interior del hueso maxilar y aparecer en el interior de la cavidad oral. Es necesario comprender el desplazamiento intra y extra maxilar.

El proceso eruptivo es la resultante de un conjunto de fuerzas que tienden, por un lado, a provocar la salida del diente y por otro a oponerse. Puede hablarse de unas fuerzas propiamente eruptivas que empujan al diente hacia la encía y otras que ofrecen resistencia y tendrán que ser vencidas para permitir el brote dentario; existen fuerzas eruptivas inherentes al fenómeno biológico, poco conocidas, y otras presiones opuestas peridentarias que no han sido del todo aclaradas. Según este autor, el trabajo experimental se aplica a animales cuyo tipo de erupción no es el mismo que el que ocurre en el humano. Se han planteado tres hipótesis sobre los mecanismos intrínsecos de la erupción. Es un fenómeno multifactorial en el que intervienen un conjunto de agentes biológicos, que se tratan de identificar.

Hipótesis vascular

La presión vascular intragerminal es fundamental para el crecimiento dentario: el diente hace erupción porque la presión vascular intradentaria es mayor que la de los fluidos circundantes. Al aumentar la presión intrapulpal, que sobrepasa la presión pericoronal y el diente haría erupción.

Es difícil valorar cuantitativamente estas presiones preeruptivas, demostrando un gradiente positivo de la presión intrapulpal con respecto a la presión extradentaria. En

estudios experimentales, Van Hassel y Mc Minn encontraron, a nivel de los caninos de perros, que mientras la presión intrapulpar estaba en 23 ± 6 mm Hg, la presión pericoronal era de 10 ± 5 mm Hg: la diferencia entre ambos valores, de unos 15 mm Hg, expresaría la intensidad absoluta de la fuerza eruptiva, sin contar con la presencia de otras fuerzas que también contribuyen al proceso eruptivo. Una vez que el diente está presente, el potencial eruptivo podría explicarse sobre la base de que la fuerza de erupción superaría a la presión atmosférica y la de otros factores funcionales locales que se oponen a la salida dentaria (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

Se han realizado experimentos tendientes a modificar las condiciones vasculares que rodean la erupción. La simpatectomía regional, la inervación de las fibras perivasculares o la administración de fármacos hipotensores al animal de experimentación, han tenido resultados variados. Es necesario reconocer el papel de la presión vascular intrapulpar o periodontal, aunque no es posible establecer el orden de importancia de este factor o su influencia concisa en la erupción dentaria humana (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

Hipótesis del crecimiento radicular

Tanto Canut Brusola (2001) como Bordoni (2010), coinciden en que el propio crecimiento dentario sería la fuerza responsable de la erupción: el crecimiento axial del diente lo empuja sobre el fondo del alveolo y provoca el desplazamiento vertical del mismo. La proliferación de tejido, en el extremo apical de la raíz actúa como un resorte que expulsa al diente del alveolo. Se ha comprobado la actividad celular en la base radicular en coincidencia con la erupción, y se ha intentado valorar si es el crecimiento de la raíz lo que permite que el diente salga o si la raíz se adapta a la erupción creciendo longitudinalmente.

De manera experimental se han administrado antimetabólicos o productos citotóxicos para analizar el efecto de la no proliferación hística en la erupción dentaria. Los resultados han sido evidentes porque retrasan significativamente el proceso eruptivo. Lo que no se ha podido identificar es la especificidad de estos fármacos, puesto que tienen una acción sistémica general que, no sólo influye sobre el crecimiento dentario, sino que afecta al conjunto de estructuras peridentarias que se ven igualmente alteradas en su metabolismo y actividad proliferativa.

El corte experimental del tercio apical no siempre implica un retardo en la erupción: el diente sigue creciendo, aunque no tenga la base con gran actividad celular que, posiblemente, lo induciría a la erupción. También es común, observar la erupción de caninos o terceros molares semi impactados que hacen erupción tardía cuando ya tienen en la raíz completamente formada y el ápice cerrado; o por el contrario se observa, que dientes patológicos que no tienen raíz son capaces de hacer erupción con normalidad.

Hipótesis de la tensión intraligamentosa

Se ha planteado la importancia del ligamento periodontal como principal responsable de la fuerza eruptiva. Así como, en las dos hipótesis anteriores se consideraba la presión (presión hidrostática o presión ejercida por el crecimiento radicular) como fuerza impulsiva de la erupción, también la tensión o tracción de las fibras colágenas periodontales ha sido conocida como factor generador del brote dentario; la tensión de las fibras colágenas tiraría del diente haciendo tracción de él hacia el exterior del alveolo. La tensión, podría estar condicionada por la tracción ligamentosa en la erupción dentaria: Las fuerzas que obligarían a las fibras a contraerse serían debido al propio proceso de maduración del colágeno, que, al transformarse de pre colágeno a colágeno, sufre una contracción y deshidratación con acortamiento de las macromoléculas. Según esta hipótesis, cualquier factor extrínseco que influyera sobre el desarrollo del colágeno, tendría que afectar la erupción dentaria, hecho que ha sido comprobado, administrando ciertos agentes que inhiben la síntesis de colágeno, y observando después un retraso en la erupción. Otros investigadores, sugieren que serían los fibroblastos periodontales los responsables de la fuerza eruptiva a través de su contractilidad o de la actividad migratoria dentro del espacio periodontal (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

La maduración del colágeno y la dinámica fibroblástica podrían tener acción directa sobre la erupción (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

Se puede concluir, que la erupción es un fenómeno biológico complejo en el que, actúan un conjunto de factores de forma independiente o coordinados entre sí. La presión hidrostática, el crecimiento de la raíz y la actividad proliferativa periodontal son, en la actualidad, las hipótesis más reconocidas (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

Desarrollo general de la dentición

Canut Brusola en 2001 expresa, que, desde la evolución de los mamíferos de sus predecesores, los reptiles y a lo largo de un período de doscientos millones de años, se produjeron cambios importantes que afectaron a los dientes en su morfología, tamaño y número. Los dientes en los animales inferiores tienen una morfología cónica y afilada, tal como se observa en algunos peces y reptiles; los dientes primitivamente homodontos tenían como misión desgarrar el alimento en partículas deglutibles. A la homodoncia, le sucedió, en la escala zoológica, la heterodoncia de los mamíferos superiores.

De la forma primitiva conoide, solo se conservan en la dentición humana los cuatro caninos, dientes monocuspídeos, situados en los ángulos de la arcada dentaria, de voluminosa raíz y puntiagudo perfil coronal, que mantienen un papel protagonista en la

biomecánica oclusal y gozan de larga supervivencia en el ciclo vital del hombre. El canino protege los movimientos laterales de la mandíbula en la masticación normal. La dentición humana es difiodonta por estar compuesta por una primera serie de veinte dientes primarios que son reemplazados, por otros veinte dientes permanentes y doce molares que aparecen como dientes accesionales.

El desarrollo de la dentición está dividido en tres períodos: el período proliferativo, el de calcificación y el de erupción (Canut Brusola 2001).

Período proliferativo

El primer signo de la formación de la dentición se observa hacia la quinta semana de vida intrauterina, cuando aparece un engrosamiento del ectodermo oral que se constituirá en la lámina dentaria, es el momento en que los arcos mandibulares se unen entre sí antes de que se forme el cartílago de Meckel. Dos semanas más tarde, cuando el embrión tiene 25 mm, se inicia la proliferación de las primeras yemas dentarias: es el período proliferativo de la dentición primaria, que se extiende desde la 6ta-7ma semana hasta el 4to -6to mes de vida intrauterina.

De la misma lámina epitelial, salen los gérmenes de los dientes permanentes, que son de proliferación intrauterina, a excepción de los incisivos laterales superiores, los ocho premolares y los segundos y terceros molares permanentes que son de formación posnatal. La mayor actividad proliferativa de los dientes definitivos tiene lugar en los dos o tres primeros años de vida.

Período de calcificación

El período de calcificación significa la consolidación estructural del diente y tiene importantes repercusiones, tanto para la patología de caries como en la clínica ortodóncica. Hay tres consideraciones iniciales que por la importancia y significado biológico es necesario recordar y vincular a la clínica.

1. La calcificación de la matriz del esmalte se inicia en la porción más incisal u oclusal de cada diente, y procede de forma centrípeta, cubriendo progresivamente la parte más exterior de la corona y adentrándose gradualmente hasta alcanzar, en último término, el límite dentinario. La formación de la matriz del esmalte se realiza en forma centrífuga, de dentro hacia fuera, en sentido inverso a la calcificación. La calcificación inicial del borde incisal de los dientes anteriores condiciona que el incisivo alcance precozmente su máximo diámetro mesiodistal y aparezca en la exploración radiográfica un problema volumétrico de apiñamiento incisal, ya en las primeras etapas de desarrollo. No ocurre lo mismo en la zona de los molares, donde la calcificación se inicia en los vértices

cuspidos y procede hacia el cuello dentario, por lo que el máximo diámetro se alcanza en una fase del desarrollo ulterior que, al observado, en la calcificación de los incisivos (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

2. El diente, primario o permanente, no cambia de forma ni de tamaño una vez que la corona ha quedado completamente calcificada. El tamaño dentario máximo se alcanza a una edad muy temprana y explica también la imagen alarmante de la radiografía infantil. La dentición madura morfológica y estructuralmente antes que los maxilares que las contienen y es lógico que en los primeros estadios los dientes infantiles, de tamaño definitivo, se encuentren apiñados en unos maxilares que no han crecido lo suficiente.

3. Todos los tejidos dentarios de calcificación prenatal suelen estar mejor calcificados y con menos variaciones estructurales que los de calcificación posnatal. El metabolismo intrauterino protege la formación de los tejidos duros dentarios, lo que favorece una menor frecuencia de defectos adamantinos en dientes de calcificación prenatal; como así también la persistencia de la línea neonatal que separa el esmalte calcificado antes y después del nacimiento. Desde el punto de vista cronológico, la calcificación de la corona dentaria se inicia en la 14va semana de vida intrauterina (s. vii) a nivel de los dientes temporales, con el orden y cronología siguiente:

- incisivos centrales 14 s.vii
- primeros molares 15 s.vii
- incisivos laterales 16 s.vii
- caninos 17 s.vii
- segundos molares 18 s.vii

En cuanto a la cronología de calcificación de la dentición primaria, en el momento del nacimiento las coronas están ya calcificadas, y a los 6 meses, en que hacen erupción los incisivos, se ha completado la calcificación de la corona de todos los dientes de la serie primaria. La formación de la raíz se prolonga hasta un año después de la erupción; el ápice radicular se cierra doce meses después de haber hecho erupción el diente correspondiente. La calcificación completa de la raíz de todos los dientes primarios no se lleva a cabo hasta los tres o cuatro años; si tenemos en cuenta que hacia los cinco años se inicia la reabsorción radicular de los incisivos inferiores, se comprenderá el corto espacio de tiempo en que la dentición primaria, permanece intacta, calcificadas la raíz y la corona (Canut Brusola, 2001; Bordoni, 2010).

Características eruptivas generales

Herencia

Así como la erupción de los dientes primarios tiene una importante carga hereditaria, en el caso de la dentición permanente tienen más influencia los factores ambientales locales que provocan el adelantamiento o retraso en el momento de la erupción. La tendencia a adelantarse o retrasarse se concentra en ciertas familias; hay relaciones intrafamiliares en las que se comprueba una dentición precoz o tardía, que se repite hereditariamente.

Edad de aparición del primer diente

Existe cierta relación entre el momento de aparición de los primeros dientes primarios y permanentes en el mismo individuo; cuando en la historia clínica se recoge que el paciente tuvo la erupción de los dientes primarios tardíamente, es de esperar que se suceda igualmente el momento de aparición de los dientes permanentes. Se ha dicho, incluso, que por cada mes de adelantamiento o retraso en la erupción del primer diente primario se adelantará o retrasará un año la salida de los incisivos permanentes. Estos detalles tienen especial importancia en la clínica ortodóncica, para poder determinar la oportunidad del tratamiento (Canut Brusola, 2001).

Diferencias topográficas y secuencia eruptiva

Los dientes hacen erupción antes en la arcada inferior que en la superior. Este hecho se da tanto para la dentición primaria como en la permanente y cualquier inversión del proceso suele ser consecuencia de factores ambientales locales que adelantan o retrasan la erupción. Como hemos citado, es más constante la secuencia eruptiva de premolares y caninos en la arcada superior que en la inferior; el primer premolar erupciona antes que el canino en la arcada superior, mientras que no existe un patrón uniforme para los mismos dientes mandibulares.

La variación más observada en clínica es la de la aparición de los segundos molares antes que la de los segundos premolares, esto muestra una fuerte carga hereditaria; también estas variaciones fisiológicas en el recambio dentario se repiten con frecuencia en miembros de una misma familia (Canut Brusola, 2001).

Raza y sexo

El proceso eruptivo está relacionado con factores hormonales y de desarrollo somático que afectan la salida de los dientes permanentes. En la raza negra, la dentición se completa antes que en la raza blanca; en regiones cálidas, la erupción es más precoz que en zonas de clima frío.

También se ha comprobado que dentro del mismo medio la erupción se adelanta en familias con buena nutrición e higiene. El sexo influye poco en la erupción de dientes primarios y en la salida de los incisivos y primeros molares permanentes. Sin embargo, hay una notable diferencia en el recambio de los dientes posteriores, según el sexo; el segundo grupo de dientes permanentes (caninos y premolares) hacen erupción un año antes en niñas que en varones (Canut Brusola, 2001).

Normalmente, cuando un diente atraviesa la encía, tiene dos terceras partes de su raíz formada (excepto molares e incisivos permanentes que hacen erupción con sólo la mitad de la raíz). Clínicamente es importante identificar el grado de desarrollo radicular para estimar cuándo hará la erupción el diente permanente; si la raíz ya ha alcanzado las 2/3 partes de su desarrollo tiene capacidad para que la erupción sea inmediata y puede extraerse, en su caso, el diente primario sin temor a pérdidas de espacio por migración de las piezas vecinas (Canut Brusola, 2001).

Brote eruptivo

Los dientes permanentes tienen un brote eruptivo que los empuja a salir precozmente cuando se pierde o extrae el diente primario al que tiene que reemplazar. Si se extrae, por ejemplo, un segundo molar primario, el segundo premolar acelera su erupción; parece como si la exodoncia abriera y facilitará el camino del diente de reemplazo. Sin embargo, si la extracción del diente primario se realiza antes de los 5 o 6 años, el permanente sufrirá un considerable retraso en salir. Se interpreta que la fibrosis cicatricial cerrará el paso al diente cuyo desarrollo radicular sea insuficiente; cualquier exodoncia en dentición primaria va a provocar un retraso en la erupción del premolar correspondiente, que puede tardar dos o tres años más que el diente homólogo contralateral (Canut Brusola, 2001).

Velocidad de erupción

Una vez que el diente ha atravesado la encía y se inicia la fase prefuncional de la erupción, es muy rápido el desplazamiento vertical inicial; si calculamos sobre el trayecto que tiene que recorrer para llegar desde la encía hasta contactar con el diente antagonista, en la primera parte del recorrido la erupción es dos veces más rápida que en la parte final. El tiempo total de la fase prefuncional suele ser de doce meses y a los cuatro meses ya es visible la mitad de la corona; hay que esperar ocho meses más para que la corona alcance la altura oclusal y entre en contacto con el antagonista.

Cuando el premolar alcanza su máximo nivel oclusal, una tercera parte de la corona anatómica está aún cubierta por la encía (Canut Brusola, 2001).

Secuencia y cronología de la Erupción dental.

Según Proffit (2014), la transición de la dentición primaria a la permanente comienza a los 6 años con la erupción de los primeros molares permanentes y continúa con la de los incisivos. Los dientes permanentes tienden a erupcionar en grupos.

El orden más frecuente a los 6 años es, en primer lugar, la erupción de los incisivos centrales inferiores permanentes seguida de los primeros molares inferiores permanentes y la de los primeros molares superiores permanentes.

En la segunda fase de la erupción, 7 años, erupcionan los incisivos centrales superiores y los incisivos laterales inferiores. A la edad de 7 años la formación de la raíz de los incisivos laterales superiores está muy adelantada, aunque le quedará un año para su aparición, mientras que los caninos y premolares aún están en la fase de formación de la corona o justo al inicio de formación radicular.

La edad dental de los 8 años se encuadra con la erupción de los incisivos laterales superiores. Una vez que aparecen estos dientes pasan 2 o 3 años antes de que erupcionen más dientes permanentes. A los 9 y 10 años se debe observar el grado de reabsorción de caninos y molares primarios y el grado de formación de los sucesionales es decir caninos y premolares permanentes. A la edad de 9 años se ha completado un tercio de la raíz de los caninos inferiores y de los premolares inferiores y acaba de empezar el desarrollo de la raíz del segundo premolar inferior. En el maxilar ya ha comenzado a formarse la raíz de los primeros premolares, pero lentamente se ha iniciado con un esbozo, el desarrollo de la raíz de los caninos y segundos premolares superiores.

La edad dental de los 10 años se caracteriza por un mayor grado de reabsorción de las raíces de caninos y molares primarios y un mayor grado de formación de la raíz de caninos y premolares. Se ha completado la mitad de las raíces de caninos inferior y de los premolares inferiores y casi la mitad de las raíces de los primeros premolares superiores. Se han desarrollado considerablemente las raíces de los segundos premolares inferiores, los caninos superiores y segundos premolares superiores.

La edad de 11 años se caracteriza por la erupción de otro grupo de dientes: caninos y premolares inferiores y los primeros premolares superiores. En la mandíbula, los caninos suelen erupcionar inmediatamente antes que los primeros premolares inferiores. Cabe destacar, que los primeros premolares superiores aparecen mucho antes que los caninos superiores. A los 11 años solo quedan de la serie primaria los caninos superiores y los segundos molares superiores e inferiores.

A la edad de 12 años erupcionan los restantes dientes sucesionales y erupcionan los segundos molares permanentes en ambos arcos. A la edad de 13, 14 y 15 se terminan de desarrollar las raíces de los dientes permanentes y el esbozo de formación de los

terceros molares. El proceso de exfoliación es simétrico por lo general, en ambos lados. Las niñas terminan todo el proceso antes que los niños, en especial en caninos inferiores. Hay alteraciones de velocidad y secuencia ante cambios locales, que pueden modificar la erupción de los sucesionales, con complicaciones clínicas (Bordoni, 2010).

Los dientes erupcionan con una variabilidad considerable con respecto a las edades cronológicas. Los cambios en el orden de la erupción constituyen un signo que confirma un trastorno en el desarrollo normal. Hay algunas variaciones en el desarrollo de la erupción normal que tienen que ser destacadas en la clínica, ya que podrían producir alteraciones en el perímetro del arco, tales como: a) la erupción de los segundos molares mandibulares antes que los premolares inferiores, b) la erupción de los caninos antes que los premolares en el maxilar y c) las asimetrías en la erupción entre el lado derecho y el izquierdo.

Métodos de evaluación de la calcificación de la dentición permanente.

Los órganos dentarios se forman y desarrollan de manera continua y paulatina en un determinado periodo de tiempo, desde la etapa fetal hasta el inicio de la segunda década de vida. Para evaluar la maduración dentaria se pueden establecer los estadios de desarrollo de cada uno de los dientes con las radiografías panorámicas. Es necesario considerar que los métodos para estimar la edad dental se basan en la evaluación de la mineralización y en la etapa de desarrollo de los dientes, aunque se pueden ver afectados por procesos locales o sistémicos, sin embargo, pueden presentar variaciones genéticas en las diferentes poblaciones (González Martínez, 2017).

Uno de los primeros autores en evaluar la edad a través de los dientes fue Broadbent alrededor de la década de 1920, analizando, en cadáveres, los cambios, con el objetivo de conocer defectos del crecimiento, así como recabar información sobre el crecimiento y desarrollo normal tanto de los dientes como de los maxilares.

Durante las décadas de 1950 y 1960 varios autores como Nolla, Nanda, Charla, Morris, Gran, Lewis, Moorrees, Gleiser y Hunt, Kohler, Kullman, Hagg, Taranger y Sarup, empiezan a determinar la edad dental basándose en la erupción de los dientes (Nolla, 1960).

Método de Nolla

Entre 1950 y 1960 la Dra. Carmen Nolla realizó el estudio longitudinal sobre el desarrollo de los dientes permanentes, su calcificación y maduración basándose, en radiografías periapicales seriadas y extraorales, tomadas en períodos de edad diferentes. Elaboró el índice de determinación de edad dental, método auxiliar en la evaluación del organismo como un todo, que forjó las bases para el estudio del desarrollo en dentición permanente. De este modo determinó, que los patrones de desarrollo seguidos por los dientes son similares y simétricos en ambas arcadas dentarias no habiendo diferencia alguna entre los sexos.

Desde la gestación, comienza la formación del germen del diente permanente, pero su calcificación se inicia desde el nacimiento, pasando por diferentes estadios, cuyo desarrollo culmina con la maduración total del diente.

Nolla establece valores para cada una de las etapas observadas formando tablas con las medias de maduración de cada diente por edad y género, además de establecer cuadros predictivos de la edad dental haciendo la sumatoria de las mismas, dividiendo el proceso de desarrollo dental en 10 estadios, los cuales indican el tiempo promedio de calcificación dental en las diferentes edades, desde la cripta hasta el cierre apical.

Utilizó una muestra anual de radiografías de 25 mujeres y 25 varones obtenidas del archivo del Laboratorio del desarrollo infantil de la Universidad de Michigan se estudiaron para evaluar la evolución y el desarrollo de la dentición permanente. El desarrollo de cada diente fue evaluado en radiografías a través de una escala graduada del 0 al 10. Cada grupo de radiografías fue resumido individualmente, ambos de forma gráfica y numérica. Y brindó material para mostrar el desarrollo dental de cada persona y los valores numéricos para la organización en tablas de las escalas de edad dental. Se encontraron escasas diferencias entre los dientes homólogos derechos e izquierdos. No hubo diferencias significativas en la tasa de desarrollo entre mujeres y varones. Las mujeres mostraron un inicio y finalización del desarrollo dental más temprano. El tipo general del crecimiento mostrado por cada diente fue el mismo o similar. El resumen estadístico del desarrollo dental individual nos permitió la preparación detallada de escalas de crecimiento-edad las cuales facilitaron la aplicación clínica de los resultados.

Se observó que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la velocidad de crecimiento entre mujeres y varones.

En promedio, no hubo diferencias en la secuencia general del desarrollo entre sexos.

Se encontraron escasas diferencias entre los dientes homólogos derechos e izquierdos.

Nolla C, trabajó sobre una muestra de radiografías seriadas de 25 mujeres y 25 varones obtenidas del archivo del Laboratorio del Desarrollo Infantil de la Universidad de Michigan. Se evaluó la evolución y el desarrollo de la dentición permanente. Cada set de

radiografías incluyó: 1- rx extraoral lateral derecha e izquierda. 2 -rx intraoral oclusal maxilar y mandibular. -3- rx periapicales maxilares derechas e izquierda de dientes posteriores.

Cada set de radiografías se tomó cada año, en la fecha aproximada del cumpleaños de cada paciente. El total de radiografías para mujeres fue de 1746 y para varones 1656. El rango etario del grupo estudiado fue entre 2 y 6 años al inicio (25 a 80 meses) en mujeres hasta 141-279 meses (edad entre 11,75 y 23 ,25 años). Y en varones entre 3 y 10 años (42-121) hasta 163-277 meses (edad en años 13.5 y 23) inicio y final respectivamente.

Para visualizar las radiografías utilizó un negatoscopio. El análisis consistió en observar el grado de desarrollo dental, con un grupo de esquemas ilustrado con los 10 estadios de desarrollo dental del 0 al 10, tal como fue observado radiográficamente. Al valorar el desarrollo individual de cada lado, se concluyó que su promedio fue aproximadamente el mismo, en total acuerdo con lo observado por las investigaciones previas de Pinney. Tal como una regla se puede concluir que los valores para un lado son representativos del desarrollo de los dientes mandibulares y maxilares. Las observaciones de las rx estudiadas fueron repetidas en un segundo tiempo para evitar margen de error. Para obtener una evaluación precisa del desarrollo particular de cada diente lo comparó minuciosamente con las figuras del gráfico (Nolla, 1960).

Es posible asignar un valor de observación, para la evolución del desarrollo dentario:

0) Los cambios marginales en el desarrollo dental fueron muy importantes, dado que el primer cambio es la aparición de una zona radiolúcida con una estructura de hueso a su alrededor.1) El próximo estadio lo describe con la aparición de una zona triangular radiopaca por el contorno coronario al borde de la cripta. 2) para plasmar el desarrollo individual de cada diente diseñó gráficos específicos para dientes mandibulares y maxilares. En el eje vertical representó el estadio de crecimiento mediante dibujos o esquemas dentales y en el eje horizontal la cronología de edad en meses. De las lecturas y gráficos realizados, obtuvo los valores del desarrollo individual de cada diente (Nolla, 1960).

Edad dental

Los puntos de desarrollo fueron consignados gráficamente en estadios de desarrollo en el eje de la ordenada y edad cronológica en el eje de la abscisa. Estos puntos se unieron por líneas de las que se obtuvieron las curvas del desarrollo dental (Nolla, 1960).

Las raíces de los dientes mandibulares fueron completadas en orden siguiente:

- 1- incisivo central
- 2- incisivo lateral y 1er molar
- 3- canino

- 4- 1er premolar
- 5- 2do premolar
- 6- 2do molar
- 7- 3er molar

Para maxilares

- 1- incisivo central y 1er molar permanente
- 2 -incisivo lateral
- 3- 1er premolar y canino
- 4- 2do premolar
- 5- 2do molar
- 6- 3er molar

El grado de desarrollo dental obtenido de cada diente se suma entre sí. Esta suma de los estadios se relaciona con la tabla de edad dental.

Con respecto a los hallazgos de Nolla, existen investigadores que consideran que es uno de los métodos más precisos en la estimación de edad dental. En Perú se realizó un estudio en niños de 4 a 15 años, donde no se encontraron diferencias significativas entre la edad dental y la edad cronológica.

En la India en el estado de Uttar Pradesh encontraron que el método de Nolla subestima los valores de la población. Sachan y cols. demostraron que los estadios de Nolla del canino pueden ser utilizados como indicador de maduración dental y en su población las mujeres presentaban mayor maduración dental que los hombres (González Carfora, 2020).

Se han realizado estudios para comparar el método de Demirjian y el de Nolla. En Turquía Bilge Nur et al. en el 2012, encontrando que el método de Nolla es más exacto en la valoración de la edad dental.

Tomás L. y Cols. en su artículo intentan comparar la exactitud de la estimación de la edad cronológica con la edad dental en una muestra portuguesa y española, teniendo como variables el sexo y grupo de edad. Resultando que ambos métodos son más precisos en los varones que en las mujeres. Aunque, el método de Nolla es más exacto que el de Demirjian en la infancia temprana y tardía en ambos sexos, con una mayor capacidad de predicción (González Carfora,2020).

Fuerza masticatoria y erupción.

Los individuos que presentan una sobremordida o mordida abierta anterior marcadas suelen padecer infraerupción o sobreerupción. Es razonable pensar que el grado de erupción dental dependa de la fuerza que deben soportar durante la actividad

masticatoria. Según Proffit (2014), las fuerzas masticatorias influyen en la etiología de los problemas de acortamiento y crecimiento vertical facial. Las diferencias entre los individuos dolicofaciales y mesofaciales, son estadísticamente significativas en lo que se refiere a contactos oclusales durante la masticación, masticación simulada y oclusión máxima. En los síndromes, de debilidad muscular, se produce una rotación posteroinferior de la mandíbula, acompañada de una erupción excesiva de los dientes posteriores. Si existiesen pruebas de una menor fuerza oclusal en los niños que siguen el patrón de crecimiento dólicofacial, podría postularse una posible relación causal.

Es posible identificar un patrón de crecimiento dólicofacial en los niños prepuberales. La medición de las fuerzas oclusales en este grupo da un resultado sorprendente: no existen diferencias entre los niños dolicofaciales y los que tienen una cara normal, ni entre ambos grupos de niños y los adultos dolicofaciales. En los tres grupos se miden unas fuerzas muy inferiores a las de los adultos normales, lo que parece indicar que las diferencias en las fuerzas oclusales surgen durante la pubertad, período en el que el grupo normal adquiere mayor fuerza de masticación y no así el grupo dólicofacial. Dado que el patrón de crecimiento dólicofacial se puede identificar antes de que aparezcan las diferencias en la fuerza oclusal, parece más probable que las diferencias en la fuerza de masticación sean un efecto de la maloclusión y no la causa.

Estos hallazgos parecen sugerir que la fuerza que ejercen los músculos masticatorios no es un factor ambiental importante en el control de la erupción dental ni en la etiología de la mayoría de las maloclusiones. El mismo autor Proffit (2014), expresa que el efecto de la distrofia muscular y de otros síndromes relacionados, demuestra que se pueden producir efectos concretos sobre el crecimiento si la musculatura es anormal, pero que si dichos síndromes no existen no hay motivos para pensar que la fuerza de masticación de un paciente sea un factor determinante de importancia en el tamaño de los arcos dentales o en las dimensiones verticales de la cara.

Succión y otros hábitos relacionados a la erupción.

La succión es una actividad presente en casi todos los niños normales, aunque, el hábito mantenido de succión digital puede dar lugar a una maloclusión. Como norma general, los hábitos de succión durante los años de la dentición primaria tienen efectos escasos o nulos a largo plazo. Sin embargo, si dichos hábitos persisten después que los dientes permanentes hayan empezado a erupcionar, puede producirse una maloclusión, caracterizada por incisivos superiores adelantados, abiertos y espaciados, incisivos inferiores desviados lingualmente, mordida abierta anterior y un arco superior estrecho. La maloclusión característica, derivada de la succión, se debe a una combinación entre la

presión directa sobre los dientes y una alteración en el patrón de presiones de las mejillas y los labios en reposo (Proffit, 2014).

Cuando un niño introduce el pulgar u otro dedo entre los dientes, suele colocarlo en un ángulo tal que comprime lingualmente los incisivos inferiores y hacia labial los superiores. Es presumible que esta presión directa sea la responsable del desplazamiento de los incisivos. Pueden variar considerablemente los dientes afectados y el grado de afectación, dependiendo de los dientes que reciban la presión. El grado de desplazamiento dental guarda una relación más estrecha con el número de horas de succión diaria que con la magnitud de la presión. Los niños que succionan el dedo con fuerza, pero de forma intermitente, pueden no presentar un gran desplazamiento (o ninguno), en tanto que los que succionan durante 6 horas o más (en especial los que duermen con el pulgar u otro dedo entre los dientes durante toda la noche) pueden sufrir una maloclusión importante.

La relación entre la mordida abierta anterior y la succión del pulgar se debe a una combinación de la interferencia en la erupción normal de los incisivos y una erupción excesiva de los dientes posteriores. Cuando se introduce el pulgar u otro dedo entre los dientes anteriores, la mandíbula debe descender para acomodarse a esa situación. El pulgar interpuesto impide directamente la erupción de los incisivos. Al mismo tiempo, la separación de los maxilares altera el equilibrio vertical sobre los dientes posteriores y, como resultado, la erupción de los dientes posteriores es mayor de la que se produciría en circunstancias normales. Debido a la geometría de los maxilares, 1 mm de elongación posterior abre la mordida anteriormente unos 2 mm, lo cual puede contribuir notablemente al desarrollo de una mordida abierta anterior (Proffit, 2014).

Aunque durante la succión se crea una presión negativa en el interior de la boca, no hay razón para creer que ésta sea responsable de la constricción del arco superior que suele acompañar al hábito de la succión. Por el contrario, parece razonablemente claro que el arco superior no se desarrolla a lo ancho por una alteración en el equilibrio entre la presión de las mejillas y la lengua. Cuando se introduce el pulgar entre los dientes, la lengua debe descender, con lo que disminuye la presión que ejerce la misma sobre la cara lingual de los dientes posteriores superiores, al mismo tiempo que se incrementa la presión de las mejillas sobre esos dientes al contraerse el buccinador durante la succión. La presión de las mejillas es máxima a nivel de las comisuras bucales, y es probable que ésta sea la explicación de que el arco maxilar tienda a adoptar forma de V, con una mayor constricción a nivel de los caninos que de los molares. Un niño que succiona con fuerza tendrá más posibilidades de desarrollar un arco superior estrecho que el niño que simplemente coloca su pulgar entre los dientes (Proffit, 2014).

El hábito de la succión puede contribuir notablemente a la maloclusión; la succión por sí sola no produce una maloclusión grave, a no ser que el hábito persista hasta el comienzo de la dentición mixta. Es frecuente observar un desplazamiento leve de los incisivos primarios en los niños de 3 o 4 años que se succionan el pulgar, pero si dejan de hacerlo a esa edad, las presiones normales de los labios y las mejillas devuelven pronto a los dientes a sus posiciones habituales. Si el hábito persiste al comenzar a erupcionar los incisivos permanentes, el paciente puede requerir tratamiento ortodóncico para resolver el desplazamiento dental. La compresión del arco maxilar es el aspecto de la maloclusión que menos probabilidades tiene de corregirse espontáneamente. En muchos niños, si se expande de forma transversal el arco maxilar, mejoran espontáneamente la protrusión de los incisivos y la mordida abierta. Es necesario eliminar el hábito antes de comenzar el tratamiento de ortodoncia (Proffit, 2014).

En el trabajo de investigación de Varela de Villalba y Lescano de Ferrer (1993), evaluaron el porcentaje de maloclusiones y la necesidad de tratamiento, en niños en edad escolar de primero a séptimo grado, de la ciudad de Córdoba (Argentina). Sobre un total de 16.870 inscriptos se seleccionaron 990 niños de ambos sexos, en dentición primaria, mixta y permanente de escuelas municipales, las cuales fueron seleccionadas al azar por la secretaría de salud. El resultado obtenido fue que el 82,02% del total de la muestra presentaban maloclusión. Resultados similares fueron encontrados por Tenenbaum, Goto y Morales, en la ciudad de Buenos Aires (Argentina), con un porcentaje del 82%. También en la revisión bibliográfica realizada por Gurovici de Ciola, (2006), se desprende que la prevalencia de maloclusiones varía según los distintos países, Suecia (90%), Kenia (83,2%), Estados Unidos (79%), Dinamarca (77%), Inglaterra (73%), España (75%), Egipto (65%). Estos porcentajes muestran que el promedio de maloclusiones a nivel mundial no es inferior al 65%. En el trabajo de investigación realizado en los niños de la ciudad de Córdoba (1993), se aplicó un índice cuantitativo que permitió diferenciar los síntomas más evidentes que acompañaban a la maloclusión. Los resultados expusieron que el cierre anormal labial y la presencia de hábitos disfuncionales, son los signos que caracterizan los problemas funcionales, mostrando que el cierre labial anormal en dentición primaria estaba presente en un 40,78%, en dentición mixta en un 43,20% y en permanente en un 37,25%. Los hábitos orales disfuncionales estuvieron presentes en el 38,83%; 47,68% y 38,93% respectivamente. Además, hay que considerar que, si bien las alteraciones en la fonación no se observaron en la dentición temporaria, si se manifestaron en la mixta en un 23,24% y en un 14,77% en dentición permanente. Como se puede apreciar en estos resultados, diferentes alteraciones funcionales están relacionadas con las maloclusiones.

Para Damiani (2008), al igual que, Hanson et al. (1969), Proffit (1972), Vig and Cohen (1974), Enlow (1992) Sandoval et al. (2000), García (2002), Proffit (2006), consideran que la lengua y su interacción con los músculos faciales, son un factor etiológico fundamental en la maloclusión. Estos autores sostienen, que las anomalías de la postura y la función lingual pueden ser factores primordiales como consecuencia del mantenimiento de patrones de deglución infantil u otros hábitos anormales, pero también pueden ser estrictamente secundarios o adaptaciones a patrones morfológicos desfavorables.

Postura lingual baja por anquiloglosia total o parcial

En 1972 Van Limborgh, expresó que la morfogénesis craneofacial, depende de cinco factores diferentes: factores genéticos intrínsecos, epigenéticos locales y generales, influencias ambientales locales y generales. La importancia proporcional de esos grupos de factores en el control del desarrollo esquelético craneofacial tardío es lo que debemos tratar de comprender (Moyers 1992), (Scott 1969). Según Rakosi (1992), Van Limborgh, consideró que los factores epigenéticos y ambientales de tipo local, entre los que se incluyen las medidas de tratamiento ortopédico-maxilar, modifican directamente la osificación desmocraneal; teniendo en este punto, coincidencia con el postulado de Moss (1997-1981), quien reconoce en la estructura craneal y facial tres zonas o unidades funcionales: la cápsula óptica (relacionada con la función de la visión); la cápsula nasal (que se relaciona con la función respiratoria y olfatoria); y la cápsula oral o bucal (relacionada con las funciones masticatoria, deglutoria, respiratoria y fonoarticulatoria). De este modo, las unidades funcionales, que ocupan la cápsula oral o bucal están constituidas por la lengua por dentro; por fuera y por delante: los músculos orbiculares de los labios, los músculos buccinadores a los lados y los músculos constrictores superiores de la faringe por detrás; nombrado por Brodie (1974) como Sistema del Buccinador, encargado de mantener el equilibrio de las estructuras óseas que lo soportan y contienen. Estas estructuras óseas, formadas por los maxilares con sus zonas basales y alvéolo-dentarias, sufren remodelación durante la vida del individuo. Pero, es durante la fase de crecimiento en la infancia y la adolescencia, que son más sensibles y pueden ser remodeladas fácilmente por algún tipo de fuerza o presión ininterrumpida y continua, la cual es responsable de la forma de estas estructuras (Damiani, 2008).

La lengua, órgano totalmente muscular situado en el piso de la boca, puede afectar la posición de los dientes y estructuras circundantes. Aunque está unida principalmente a la mandíbula y al hueso hioides, su actividad está fuertemente ligada, con las funciones fonoarticulatoria, masticatoria, deglutoria y gustativa, además de actuar sobre el paladar

duro y blando. Durante la deglución, la lengua bien proporcionada empuja repetidamente contra ambos arcos maxilares, ayudando a controlar su armonioso crecimiento y desarrollo, hacia delante y lateralmente manteniendo las normales proporciones faciales. La presencia de un frenillo corto, fibroso y adherido al piso de la boca no permite la ubicación correcta de la lengua, determinando una **anquiloglosia** (Damiani, 2008).

Parámetros cefalométricos

El biotipo facial corresponde a un conjunto de características morfo-diferenciales de individuos de la misma especie, en relación con ciertos rasgos en común del esqueleto facial, determinados por los factores genéticos y ambientales. La utilización del biotipo facial es transversal en ortodoncia, cirugía máxilo facial y rehabilitación oral.

De acuerdo con las proporciones del esqueleto craneofacial, surge la clasificación del biotipo en:

- Dólicofacial: Predomina el largo de la cara por sobre ancho.
- Braquifacial: El ancho facial es predominante por sobre el alto.
- Mesofacial: Existe un equilibrio entre ambas dimensiones.

Características de los biotipos faciales:

Dólicofacial: posee mandíbulas con ramas poco desarrolladas en relación con el cuerpo, cara alargada, arcadas dentarias cuyos diámetros transversales se encuentran disminuidos. Presentan divergencia entre la mandíbula y la base craneal. Predominando el largo sobre el ancho en las dimensiones esqueléticas. Su dirección de crecimiento es vertical.

Mesofacial: su dirección de crecimiento es normal, con sus diámetros vertical y transversal proporcionados, los maxilares y arcadas dentarias son de configuración similar, el crecimiento va en dirección hacia abajo y hacia adelante.

Braquifacial: presentan mandíbulas con ramas potentes, caras anchas, arcadas dentarias bien desarrolladas, existe un mayor desarrollo muscular, dirección de crecimiento horizontal; éste se manifiesta por una rotación anterior de la sínfisis mandibular y el eje facial tiende a girar hacia adelante y arriba. El mentón es prominente y el surco mentolabial es marcado.

La cefalometría corresponde a un protocolo de mediciones precisas sobre la telerradiografía, que permite objetivar las relaciones entre las estructuras óseas y dentarias, mediante la medición de ángulos, distancias y proporciones. Las medidas obtenidas se comparan con “Normas” establecidas a través de estudios poblacionales representativos.

Referencias cefalométricas relacionadas con el Biotipo Facial:

Las referencias utilizadas para evaluar Biotipo Facial atribuyen importancia a la dirección de crecimiento facial, a aspectos cualitativos y cuantitativos del crecimiento cráneo mandibular y al desarrollo mandibular propiamente tal.

Análisis de Björk-Jarabak: Los biotipos faciales fueron definidos en el análisis de Björk-Jarabak en función de la relación proporcional (ratio) de las alturas faciales posterior y anterior, relación que da cuenta del grado de divergencia del plano mandibular respecto del plano silla-nasion. Se obtiene con la fórmula:

Biotipo Facial = (Altura Facial Posterior/Altura Facial Anterior) x100.

Dólicofacial: si el resultado obtenido está entre 54% y 58%. La cara será de tipo retrognática, con una dirección de crecimiento en el sentido de las agujas del reloj, también denominado crecimiento rotacional posterior.

Mesofacial: si el resultado obtenido está entre el 59 al 63%. Corresponde a un crecimiento neutral, con una dirección de crecimiento directamente hacia abajo, sin rotación en ninguno de los dos sentidos.

Braquifacial: si el resultado obtenido está entre el 64 y 80%. Presenta una dirección de crecimiento en sentido contrario a las agujas del reloj, también denominado crecimiento rotacional anterior (Gregoret,1997; Barahona, 2006,).

Patrón respiratorio

La respiración normal es el principal factor determinante de la postura de los maxilares y la lengua, ya que un patrón respiratorio alterado, como respirar por la boca en vez de hacerlo por la nariz, pueda modificar la postura de la cabeza, los maxilares y la lengua. Todo ello podría alterar a su vez el equilibrio de las presiones que actúan sobre los maxilares y los dientes e influir en el crecimiento y en la posición de unos y otros. Cuando se respira por la boca, es necesario deprimir la mandíbula y la lengua, e inclinar hacia atrás la cabeza. Si estos cambios posturales se mantienen en el tiempo, aumentaría la

altura de la cara, los dientes posteriores erupcionarían en exceso, la mandíbula rotaría hacia abajo y atrás, abriendo la mordida, aumentando el resalte, produciendo una mayor estrechez en el arco superior.

Esta maloclusión se asocia con mayor frecuencia a la respiración bucal, y hábitos de succión (Proffit, 2014). El autor considera que en la respiración bucal los tejidos blandos ejercen presiones sobre los maxilares y los dientes, produciendo un cambio de postura. Experimentos realizados con seres humanos han demostrado que la obstrucción nasal produce cambios posturales. Cuando la nariz queda completamente bloqueada, se produce un cambio inmediato de unos 5° en el ángulo cráneo vertebral. El maxilar y la mandíbula se separan, tanto por la elevación al extenderse la cabeza, como por la depresión de la mandíbula. Aunque, cuando se elimina la obstrucción nasal, se recupera inmediatamente la postura original. Sin embargo, esta respuesta fisiológica también se observa en individuos que ya presentan alguna obstrucción nasal (Proffit, 2014).

Investigaciones realizadas con monos en crecimiento, demuestran que la obstrucción total de los orificios nasales, durante un tiempo prolongado, da lugar a maloclusión. Los monos tienden a desarrollar algún grado de prognatismo mandibular, aunque su respuesta es muy variable. Si se coloca una obstrucción en el techo del paladar de un mono que fuerce la lengua y la mandíbula, éstas tienden adoptar una posición más baja. La alteración postural es el mecanismo que produce estos cambios en el crecimiento. La variedad de respuestas observadas en los monos sugiere que el tipo de maloclusión dependerá del patrón de adaptación de cada animal (Proffit, 2014).

Tal vez las alteraciones posturales que se asocian a una obstrucción nasal parcial y el moderado aumento en el porcentaje de respiración bucal no sean suficientes por sí solos, para dar lugar a una maloclusión severa (Graber, 2006).

Se ha reconocido recientemente que la apnea del sueño es un problema más frecuente de lo que se pensaba, y parece ser que la deficiencia mandibular puede contribuir a su aparición. No obstante, su etiología no depende exclusivamente de la morfología orofacial; la obesidad, la edad/sexo y el biotipo facial, en este orden, también parecen importantes. Además, consideran que las variaciones en el crecimiento y función de las fosas nasales, la nasofaringe y la orofaringe, dependen de la comprensión del crecimiento y desarrollo normal del cráneo (Graber, 2006; Proffit, 2014).

Tamaño dentario y tamaño maxilar

El primer factor etiológico que afecta al desarrollo de la oclusión es la desproporción entre el tamaño de la dentición y el tamaño de los maxilares que albergan esos dientes. En condiciones óptimas, existe espacio suficiente para que los dientes erupcionen y se

acomoden sin apiñamiento. En dentición primaria, es fisiológica la existencia de diastemas y exceso de espacio, que será aprovechado por las piezas permanentes.

En dentición permanente, es aceptado como favorable que los dientes estén en contacto, aunque lo más frecuente es el apiñamiento por desproporción entre el volumen de los maxilares y el diámetro mesiodistal de las piezas dentarias. En estudios epidemiológicos sobre adultos británicos, Lavelle y Foster encontraron que más del 65 % de la población tenía un tamaño dentario mayor que el del arco maxilar. Sobre el origen de este apiñamiento, han surgido diferentes interpretaciones. Se ha sugerido que en la evolución filogenética del aparato estomatognático hay una tendencia a la atrofia de las estructuras que afectan con mayor frecuencia (Graber,2006).

Si consideramos que el conjunto orofacial está formado por huesos, músculos y dientes, la musculatura sería la más afectada por la evolución presentando mayor debilidad en el hombre actual; le seguiría la atrofia del esqueleto facial, menos robusto y más pequeño, mientras que las piezas dentarias mantendrían constante su tamaño. La regresión morfológica de la cara y de los maxilares y el mantenimiento del tamaño dentario explicaría la alta prevalencia de las discrepancias volumétricas óseo-dentarias en el hombre actual. Esta hipótesis evolutiva viene avalada por algunas observaciones, como la de Moore, que analizó el tamaño dentario y de los maxilares desde el período neolítico hasta nuestros días. En el largo camino de la evolución de la cara humana han tenido lugar importantes cambios que han afectado a los maxilares y a los dientes. Tal como ha señalado Krogman, expresando que los reptiles evolucionaron hacia los mamíferos, y la dentición pasó de polifiodonta a difiodonta (dos denticiones), y del homodontismo (todos los dientes iguales) al heterodontismo. Al anisomerismo, disminución del número de dientes, le siguió también una reducción en el número de huesos que componen la cara animal. La cara del *Homo sapiens*, como señala brillantemente Krogman, es heredera de todas estas modificaciones y transformaciones de los últimos doscientos millones de años, y constituye el campo de batalla donde siguen desarrollándose estos cambios evolutivos. Esta evolución sería, pues, la base del apiñamiento y de las displasias con maloclusión tan frecuentes en el hombre actual.

Otro factor condicionante de la atrofia ósea, podría ser el cambio dietético, vinculado a la falta de función oral provocaría una regresión estomatognática. Otros criterios apuntan hacia el papel de la mezcla de razas, en algunos grupos de población actuales, herederos de rasgos morfológicos y volumétricos de distinto origen, que propician, las desarmonías entre el tamaño dentario y el volumen óseo.

De todas formas, el apiñamiento presente en la boca del ser humano no es un rasgo exclusivo del hombre civilizado; Dickson observó apiñamientos tanto en el hombre primitivo como en especies prehomínidas. Según Graber, Foster sostiene que sería importante determinar si el apiñamiento era más frecuente de lo que es hoy, pero faltan estudios epidemiológicos rigurosos para valorar objetivamente esa tendencia; aunque se observa que el apiñamiento es mucho más frecuente en las poblaciones mixtas que en grupos étnicos puros, tanto contemporáneos como de tiempos pasados. La desproporción en el tamaño óseo dentario se manifiesta en forma de apiñamiento o de diastemas. (Graber, 2006).

Tamaño y forma dental

Molares

A nivel de los molares, las variaciones se manifiestan como alteraciones en el número de cúspides presentes. El primer molar superior suele ser muy estable en su forma; la presencia del tubérculo de Carabelli, localizado en la porción mesial de la cara palatina, es un rasgo normal y suele estar presente en ambos lados, aunque no guarda una perfecta simetría bilateral. El primer molar mandibular puede presentar de cuatro a seis cúspides, siendo cinco, lo normal.

El segundo molar maxilar muestra considerables variaciones en su forma, tiene en ocasiones tres o cuatro cúspides y su corona puede estar comprimida en dirección mesiodistal.

El segundo molar mandibular presenta cuatro cúspides en el 83 % de los casos y cinco en el 17 % (Proffit, 2014).

Erupción del segundo molar mandibular

La región anatómica mandibular difiere de la maxilar, es plana y de mayor tamaño y se prolonga hacia atrás en el cuerpo de la mandíbula. Durante el crecimiento, el borde anterior de la rama se reabsorbe y hay aposición ósea en el borde posterior, lo que permite el cambio de posición de los molares. El molar comienza su formación en la rama, orientado horizontalmente, con la cara oclusal dirigida hacia lingual y mesial, con la corona más hacia el lado bucal y dorsal, que se irá corrigiendo hasta encontrar el plano oclusal. La rama mandibular crece por aposición en sus caras: superior, posterior y lateral, lo que hace que gradualmente vayan apareciendo los espacios para los segundos y terceros molares, por tanto, si el crecimiento no es adecuado, los molares al erupcionar no podrán girar hacia su posición vertical, produciendo retenciones severas incluidos los terceros molares (Escribán de Saturno, 2014).

Pérdida prematura de dientes

Ante la pérdida prematura de los dientes primarios, Proffit (2014), expresa que: la pérdida de los caninos primarios suele producir efectos adversos sobre los caninos permanentes; debido a la erupción tardía de estos dientes que propicia el desplazamiento de los dientes adyacentes. Si la pérdida es unilateral, va acompañada, además, de la inclinación distal del segmento incisivo, con una desviación de la línea media hacia el lado afectado. También con la pérdida prematura de los segundos molares primarios inferiores, implica migración mesial de los primeros molares permanentes inferiores. La pérdida de los caninos primarios es más frecuente en la mandíbula que en el maxilar superior, y más problemática por la tendencia de los incisivos inferiores a inclinarse hacia lingual con la consecuente pérdida de espacio. La pérdida prematura de los molares primarios tiene un efecto negativo sobre el sucesor permanente, debido a que la fuerza eruptiva de los primeros molares permanentes tiende a desplazarlos hacia mesial y la cara distal de los segundos molares primarios constituye una barrera fisiológica a este desplazamiento. La pérdida prematura de los segundos molares primarios va acompañada de un desplazamiento marcado hacia mesial del primer molar permanente, incluso si no ha erupcionado. Esta mesialización implica una reducción de la longitud del arco que se manifiesta por una falta de espacio a nivel del último diente que hace erupción, canino superior o segundo premolar mandibular.

El mismo autor sostiene que la pérdida de espacio es menos importante si solamente se pierden los primeros molares deciduos, ya que la presencia de los segundos proporciona la resistencia necesaria frente a la fuerza eruptiva de los molares permanentes, y a esto se debe añadir la erupción relativamente temprana de los primeros premolares. La pérdida prematura de los molares primarios es consecuencia de problemas de caries, y según Ronnerman, el segundo molar primario superior es el diente que con mayor frecuencia que se pierde prematuramente (72%), seguido del segundo molar primario inferior (61 %), del primer molar inferior (38 %) y del primer molar primario superior (30 %).

Posteriormente Proffit,(2014) expresa que autores como Ronnerman y Thilander han medido la pérdida de espacio que implica la extracción prematura de los distintos molares primarios: Arco maxilar: 0,5-1,4 mm (primer molar) 3,7-4,5 mm (segundo molar) Arco mandibular: 0,8-1,7 mm (primer molar) 2,1-3,1 mm (segundo molar) Las pérdidas de espacio más severas (3 mm o más) son más frecuentes en el arco maxilar (23 %) que en la mandibular (13 %), por el distinto patrón eruptivo de los primeros molares permanentes. Si el segundo molar primario superior se pierde antes de la erupción del primer molar permanente, éste migrará hacia mesial, ocupando el espacio del segundo

molar primario; debido a que en posición preeruptiva sus raíces están más mesializadas que la corona. En la arcada inferior, el molar permanente, en situación similar, sufre una marcada inclinación hacia mesial, pero no puede desplazarse en masa ni ocupar totalmente el espacio del molar primario; esto es debido a que la posición de las raíces con respecto a la corona es inversa a la del molar superior. Mientras que, desde el punto de vista clínico, las pérdidas de espacio más importantes son las inferiores, debido a que el espacio perdido es más difícil de recuperar en la mandíbula que en el maxilar.

Dientes permanentes

En condiciones normales, cada unidad dental está en contacto, y mantenida en posición por otros cuatro dientes, dos en la misma arcada y dos en la opuesta, a excepción de los incisivos centrales mandibulares y terceros molares. La pérdida de cualquier diente permanente afectará los proximales y antagonistas, que se desplazarán iniciando el desarrollo de una maloclusión o modificando la existente (Proffit, 2014).

La pérdida de un incisivo central, generalmente debida a un traumatismo, provoca un desplazamiento del incisivo central opuesto hacia la línea media y del incisivo lateral y canino del lado afectado.

La pérdida de un incisivo lateral da lugar a una inclinación distal del incisivo central y a un desplazamiento mesial del canino. La pérdida de un canino origina un desplazamiento hacia distal del incisivo central y lateral. Rara vez hay desplazamiento mesial de los premolares, aunque aparecen en giroversión. La pérdida de un primer premolar conduce a una migración distal del canino y de los incisivos y a una migración mesial de los dientes posteriores, que se inclinan y giran. En estos casos suelen aparecer espacios entre los incisivos centrales o entre los incisivos central y lateral. La pérdida del segundo premolar da lugar a una migración distal del primer premolar, con espaciamiento entre el canino y el primer premolar, y a una migración mesial de los molares. El primer molar presenta a veces una marcada inclinación hacia lingual con pérdida del contacto oclusal. La pérdida del primer molar origina una migración distal de los premolares y mesial del segundo y tercer molar. En el maxilar, los premolares se desplazan juntos, al contrario que en la mandíbula, que se mueven separadamente, dando lugar a la formación de un espacio entre ellos y distal al canino. La pérdida de los primeros molares en el maxilar conduce, con el tiempo, a un estrechamiento o aplanamiento de la arcada dental; en la mandíbula, el acortamiento de la arcada se produce también en la región incisiva, incrementando la sobremordida incisiva.

La pérdida del segundo molar da como resultado el desplazamiento e inclinación mesial del tercer molar.

La pérdida del tercer molar no facilita el desplazamiento hacia distal del segundo molar.

Hipótesis

Se sostiene que existen parámetros dimensionales, de rotaciones, desplazamientos dentarios y angulaciones dentarias, que predisponen a la impactación de los segundos molares mandibulares permanentes.

Objetivo general

Evaluar los factores de riesgo de impactación del segundo molar mandibular permanente en niños y adolescentes de ambos sexos, de 10 a 15 años.

Objetivos específicos

- 1) Determinar la prevalencia de impactación de los 2MM permanentes en niños y adolescentes de 10 a 15 años de ambos sexos.
- 2) Establecer el ángulo formado entre los ejes longitudinales de los 1 y 2MM permanentes ($\text{Ang } 7 \wedge 6$).
- 3) Cuantificar la distancia entre tangentes de las caras mesiales y distales de los molares inferiores (D-TAN).
- 4) Valorar los desplazamientos dentarios en sentido vestíbulo-palatino respecto a la posición "ideal" de alineación sobre la arcada.
- 5) Estimar el grado de apiñamiento del segmento anterior de la mandíbula y su posible relación con la impactación del 2MM (incisivos centrales y laterales).
- 6) Obtener los valores de rotación respecto a la posición "ideal" de alineación sobre la arcada.
- 7) Comparar el estadio de maduración de los elementos impactados y los no impactados según edad dentaria (Nolla) para ambos sexos
- 8) Medir las arcadas mandibulares según el Índice de Ricketts.
- 9) Evaluar el grado de asociación entre los diversos parámetros clínicos y el riesgo de impactación del 2MM permanente, considerando los factores sexo, edad, biotipo facial, mediciones y estimaciones obtenidas en este estudio: dimensiones mandibulares, rotaciones, desplazamientos dentarios, apiñamiento anterior, ángulo y separación entre 1MM y 2MM permanentes.
- 10) Determinar el ancho mesiodistal de 1MM, 2MM y 3MM, analizar sus posiciones y sus estadios de desarrollo.
- 11) Establecer la distancia J-6' proyectada sobre el plano oclusal.
- 12) Medir el ángulo del 3MM respecto al plano oclusal ($\text{ANG-8} \wedge \text{OP}$).

Diseño Metodológico

El diseño de la investigación se realizará según un estudio retrospectivo, descriptivo, correlacional, observacional, de casos control.

Materiales y Métodos

Los individuos que conforman la muestra concurren a la Clínica de la Cátedra de Integral Niños y Adolescentes "A", Área Ortodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina, con el debido consentimiento y asentimiento informado firmado. La muestra se limitó a un rango de edad comprendido entre 10 y 15 años con denticiones mixta y permanente. Para la recolección de la información, se utilizaron historias clínicas, protocolo de registro de datos sobre modelos de yeso, ortopantomografías (OPT) y telerradiografías de perfil craneal de 200 niños y adolescentes de ambos sexos, n=111 mujeres y n=89 varones, que en términos de segundos molares resultan 222/ 2MM de mujeres + 178/ 2MM pertenecientes a varones considerando segundos molares inferiores derechos e izquierdos.

En esta investigación, la selección de la población a estudiar, tanto en el Grupo Control (EN) y Grupo de Riesgo (RI), los individuos presentaban integridad mesiodistal en todos los elementos de sus arcos dentarios.

La selección de los casos se realizó bajo los siguientes criterios:

a) Criterios de Inclusión:

- Niños y adolescentes que presenten integridad mesiodistal en todos los elementos dentarios, presentes en la cavidad bucal.
- Radiografías: ortopantomografías y telerradiografías laterales craneales que presenten contraste y nitidez adecuada.

b) Criterios de Exclusión:

- Niños y adolescentes con síndromes, con malformaciones congénitas.
- Presencia de hábitos orales disfuncionales.
- Presencia de agenesias dentarias.
- Radiografías: ortopantomografías y telerradiografías laterales craneales que no presenten contraste y nitidez adecuada.

Se utilizaron modelos dentales del arco inferior en yeso piedra blanco. Las ortopantomografías y telerradiografías laterales craneales fueron tomadas con un Ortopantomógrafo marca Plan-Meca® 2000, con películas panorámicas 15x30 Kodak® (USA), perteneciente a la Cátedra del Servicio por Imágenes Facultad de Odontología (UNC) Argentina.

Se realizaron mediciones de modelos dentales del arco inferior, de ortopantomografías y de las telerradiografías laterales craneales mediante el calco cefalométrico (Biotipo facial

de Björk-Jarabak AFP/AFA) correspondiente a cada caso clínico; en el Laboratorio de Microscopía y Procesamiento de Imágenes, perteneciente al Área de Biología Odontológica (ABO) Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Los datos fueron evaluados según la naturaleza y comportamiento de las variables, con el software estadístico SPSS versión 19. Las mediciones se realizaron con el programa "Image" Pro-Plus versión 4.52.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se realizó la descripción de los datos en forma de frecuencia relativa y absoluta para las variables cualitativas, en tanto que, para las variables cuantitativas, estas se describieron a través de la media y mediana como medidas de posición y desviación estándar como medida de dispersión.

La medida D-TAN (distancia entre tangentes): distal de 1MM y mesial de 2MM, se consideró como el parámetro de mayor relevancia para determinar la impactación o estimar el riesgo de impactación, y en segundo término la angulación entre molares (ANG 7⁶).

Para evaluar la relación entre la variable respuesta D-TAN distancia entre molares y los diversos factores, se utilizó un modelo de regresión generalizado, previa selección de los factores más relevantes o potencialmente predisponentes a la impactación mediante análisis exploratorio y correlacional.

Para determinar el riesgo de impactación (RI) entre los casos y controles se utilizó modelo de regresión logística. Las variables explicativas fueron edad y sexo.

Se fijó para todas las pruebas un p valor < 0,05 para significación estadística.

Descripción de las variables evaluadas en el estudio.

Sobre imágenes escaneadas de ortopantomografías se midieron las siguientes variables:

- **Ángulo intermolar (ANG-7⁶)**

Se denominó así al ángulo formado entre los ejes longitudinales de inclinación de los molares. Se obtuvieron del trazado de dos círculos de diámetro igual al ancho de cada molar (1MM y 2MM) en dos zonas específicas. Uno superior en la zona coronaria, cuyo límite superior se encuentra en el punto más oclusal. El otro círculo inferior, en la zona media tomando como límite superior el techo de la cámara pulpar y en cada caso, el eje

longitudinal coincide con los centros de ambos círculos (Figura 1.a en un caso de impactación bilateral y Figura 1.b en un caso de erupción normal).

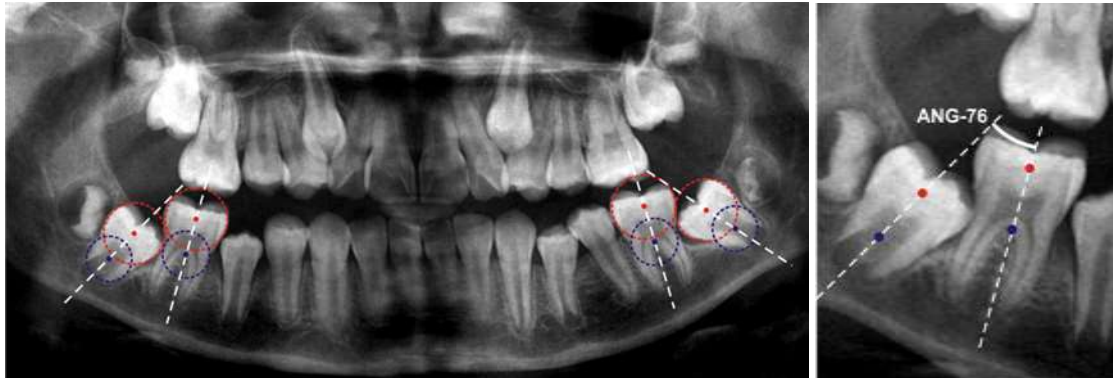


Fig. 1a

Determinación de ejes longitudinales y el ángulo resultante según método propuesto.



Fig. 1b

Determinación de ejes longitudinales y el ángulo resultante según método propuesto.

• Distancias entre molares (D-TAN)

Para determinar la distancia entre 1MM y 2MM, a nivel del ecuador dentario, se trazan dos puntos uno en la cara distal del 1MM y otro en la cara mesial de los 2MM permanentes. Sobre dichos puntos se demarcan dos planos tangentes a ambas caras, mesial y distal respectivamente. De este modo se determinó en mm la separación entre ambos molares, por ello cuando las tangentes se encuentran separadas entre sí, se asigna un valor de 0 ó más y cuanto más convergentes sean, más negativo será su valor, con mayor riesgo de impactación. El método descrito contempla las situaciones de 2MM impactados y con riesgo de impactación, permitiendo estimar su ubicación final más probable, ya que se considera la proyección de crecimiento dentario en la misma dirección del eje longitudinal Fig.2a.

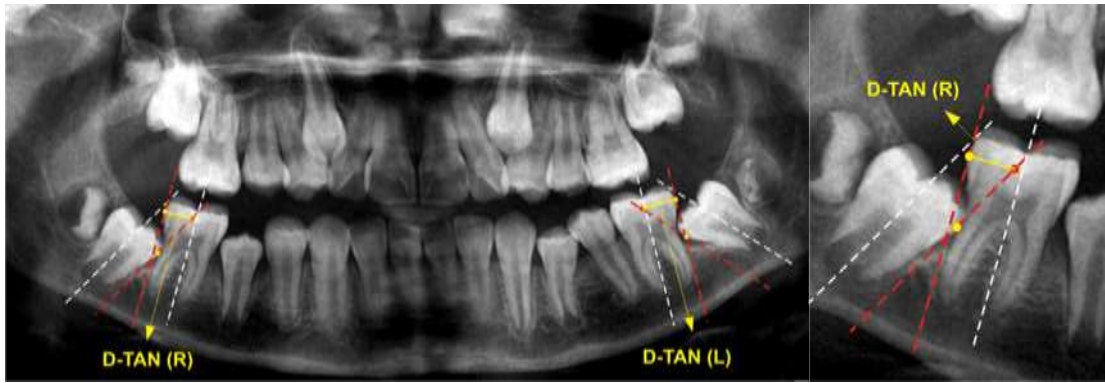


Fig. 2a

Medición de distancia entre tangentes D-TAN(R) -3mm. D TAN(L) -4,5mm.



Fig. 2b

Medición de distancia entre tangentes.

• Desplazamiento de dientes

Con las herramientas provistas por software Image Pro-Plus, se marcaron todos los puntos y cúspides vestibulares de los dientes mandibulares correspondiente a cada modelo de yeso escaneado (ScanJet HP G-3100; 600 dpi de resolución óptica) tal como se muestra en las figuras 3 y 5. Los datos de posición (coordenadas x, y) se exportaron para su análisis (Microsoft Excel 2010). Los puntos registrados sirvieron como base para determinar la función polinómica de cuarto orden que mejor se ajustaba a la distribución de valores del plano oclusal. (figuras 4 y 6.a). Dicha función resulta adecuada para ajustar con suficiente precisión las diversas formas de arcadas estudiadas, que mayoritariamente fueron parabólicas o hiperbólicas, pero también se presentaron infrecuentemente arcadas con formas más redondeadas y en V, las cuales también se ajustaron correctamente.



Fig. 3

Marcado de puntos cuspidos de los dientes mandibulares

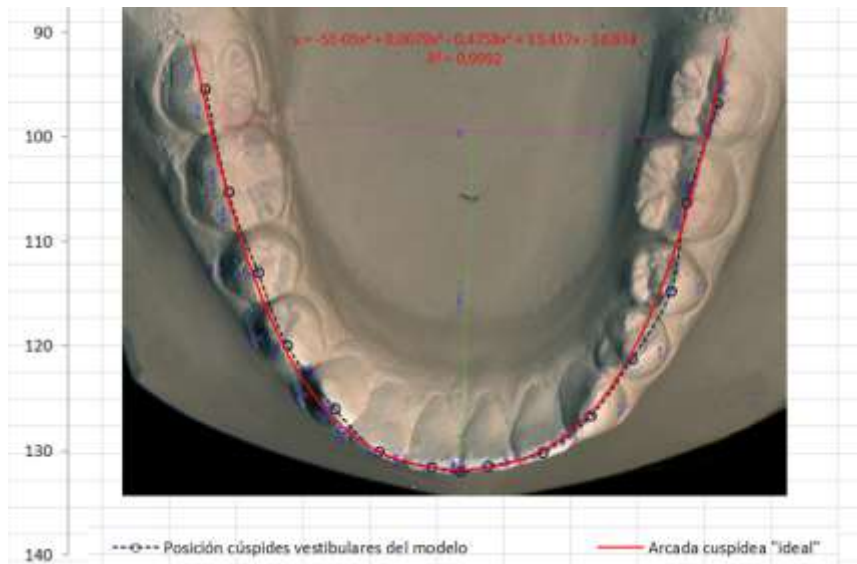


Fig. 4.

Trayecto de arcada "cuspidia" ideal superpuesta a la imagen marcada. Se observa el desplazamiento del elemento D35.

Posteriormente, mediante cálculos matemáticos y trigonométricos, se obtuvieron las distancias o desplazamientos de cada punto anatómico respecto a la curva de ajuste (arcada cuspidia "ideal" o sin desplazamientos). El mismo procedimiento se utilizó para determinar la arcada vestibular ideal, considerando todos los puntos anatómicos vestibulares del arco mandibular, para finalmente promediar los desplazamientos calculados en base a ambas series de valores y así minimizar posibles errores de medición.



Fig. 5.

Marcado de puntos vestibulares de los dientes mandibulares



Fig. 6.a

Trayecto de arcada "vestibular" ideal superpuesta a la imagen marcada.

El procedimiento de ajuste de curvas por aproximación a partir de un conjunto de N pares de puntos $\{x_i, y_i\}$ (siendo la variable independiente x y la variable dependiente y), se determina mediante una función matemática $f(x)$ de tal manera que la suma de los cuadrados de la diferencia entre la imagen real y la correspondiente obtenida, mediante la función ajustada en cada punto, sea mínima (ajuste polinómico por mínimos cuadrados):

$$\min \left[\sum_i^N (y_i - y_i^{calc})^2 \right]$$

En nuestro caso al tratarse de funciones polinómicas de cuarto grado, tienen la forma:

$y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$, y por lo tanto la función con el error mínimo será:

$$\varepsilon = \min \left[\sum_i^N (y_i - ax_i^4 - bx_i^3 - cx_i^2 - dx_i - e)^2 \right]$$

Las diferencias entre los valores x_i correspondientes a cada punto registrado (cúspides y puntos vestibulares - Fig. 6.b) y los predichos por sendas ecuaciones polinómicas, se consideraron como desplazamientos dentarios en sentido longitudinal, en tanto que los desplazamientos transversales se obtuvieron aplicando el mismo procedimiento descrito, pero efectuando previamente una rotación de 90° del plano cartesiano y espejando la hemiarcada derecha para limitar a 1 la cantidad de soluciones de la función en cada punto.

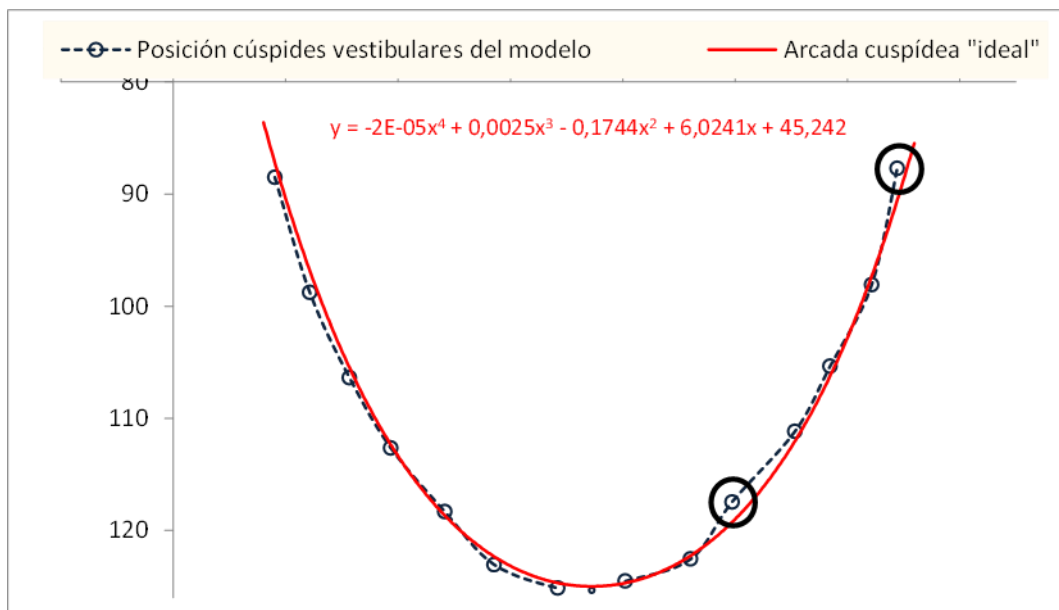


Fig. 6.b

Ejemplo de trazado de arcada cuspídea mandibular "ideal" (línea roja), obtenida en función de los datos registrados (Puntos de cúspides). Considerando como referencia la arcada obtenida matemáticamente (color rojo), se muestran dos dientes con desplazamientos moderados hacia lingual que toman un valor negativo (D33 y D37) mientras que, D42 y D43 ubicados hacia vestibular llevarían un valor positivo.

• Rotación de dientes mandibulares

Mediante las trayectorias de arcadas ideales calculada anteriormente y de un nuevo conjunto de datos recolectados con el software Image Pro-Plus asociados a las rotaciones de los dientes mandibulares, se tomó como referencia puntos anatómicos mesial y distal en cada diente sobre el borde incisal. De este modo, se obtuvieron los valores de rotación respecto a la posición “ideal” de alineación sobre el arco dentario inferior.

Las variables de rotación se designaron de acuerdo con la denominación numérica de los elementos dentarios que se muestra en la figura 6a:

ROT.1i: Rotación de incisivos centrales inferiores

ROT.2i: Rotación de incisivos laterales inferiores

ROT.3i: Rotación de caninos inferiores

ROT.6i: Rotación de primeros molares inferiores.

ROT.7i: Rotación de segundos molares inferiores.

• Medidas transversales y longitudinales de Ricketts

Ic-3i: Distancia inter-cuspídeo de caninos inferiores.

Iv-3i: Distancia inter-vestibular de caninos inferiores.

Iv-4i: Distancia inter-vestibular de primeros premolares inferiores.

Iv-5i: Distancia inter-vestibular de segundos premolares inferiores.

Iv-6i: Distancia inter-vestibular de primeros molares inferiores.

Iv-7i: Distancia inter-vestibular de segundos molares inferiores.

Longitud inferior: se mide sobre la línea media mandibular, cuyo límite anterior es el punto interincisivo marcado sobre la tangente al borde incisal de los incisivos centrales; siendo su límite posterior la intersección de la tangente que pasa por la cara mesial de los 1MM y la línea media según se observa en la figura Fig.7.

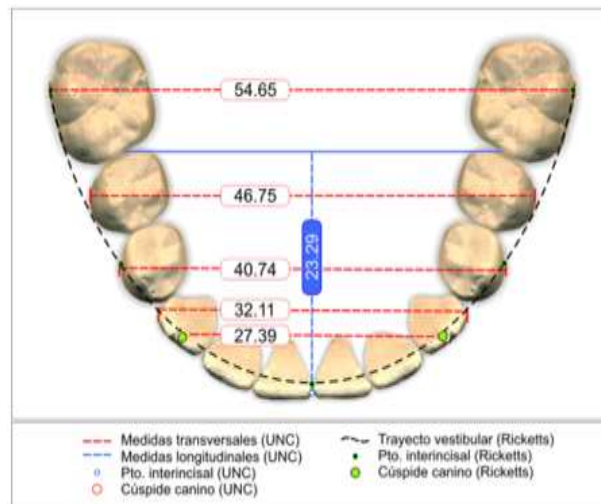


Fig. 7

Mediciones de Ricketts.

• Otras medidas dentarias registradas

Con la finalidad de estimar el grado de apiñamiento del segmento anterior de la mandíbula (incisivos centrales y laterales), se consideró tanto la diferencia entre los valores obtenidos de *Espacio Anterior* y los de *Suma MD-1, 2*, como el valor promedio del desplazamiento y de rotación de estos elementos.

MD-1i: Ancho mesiodistal incisivos centrales inferiores.

MD-2i: Ancho mesiodistal incisivos laterales inferiores.

MD-3i: Ancho mesiodistal caninos inferiores.

Espacio Anterior: longitud del trayecto curvo interdental de caninos.

Suma MD-1-2: Suma de anchos mesiodistales de los cuatro incisivos inferiores.

• Otros factores analizados

Biotipo Facial: como variable categórica (dólicos, meso y braquifaciales) y como variable continua (relación porcentual entre alturas faciales AFP/AFA).

Sexo: varón-mujer.

Edad: niños y adolescentes entre 10 y 15 años.

• Distancia J-6'

El punto J se determina en la intersección de la proyección del plano oclusal con el borde anterior de la rama. El punto 6' se establece por la proyección del punto más saliente de la cara distal del 1MM, medida sobre el plano oclusal. La distancia existente entre ambos puntos, se denomina D J-6'.

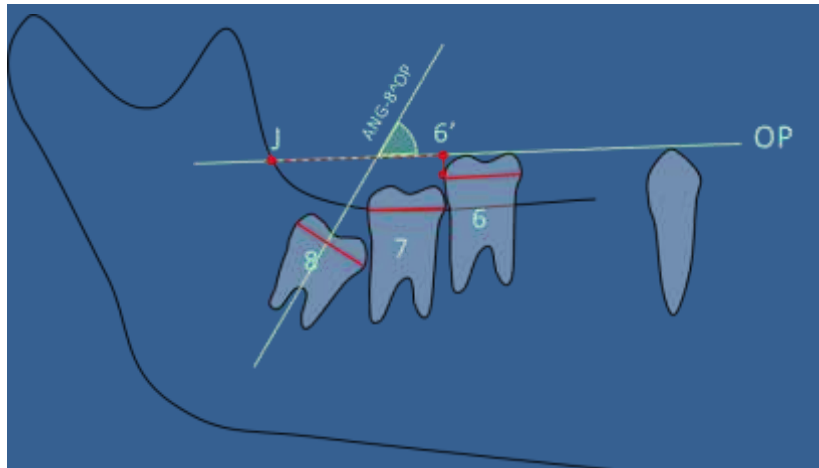


Fig.7a

Distancia J-6'

- **Ancho mesiodistal (MD) 6MM, 7MM y 8MM**

Estimar y valorar de los anchos mesiodistales (MD) de los MM tomados desde los puntos mesiales y distales de cada uno de los molares a nivel del ecuador dentario.

- **Edad dentaria según Nolla**

Evaluar el grado de desarrollo dentario de los molares mandibulares establecido por Nolla, en sus 10 estadios.

- **ANG-8^Op.**

Determinar el valor ángulo formado entre el eje longitudinal del 3MM y el plano oclusal Ang-8^OP como se observa la Fig. 7b

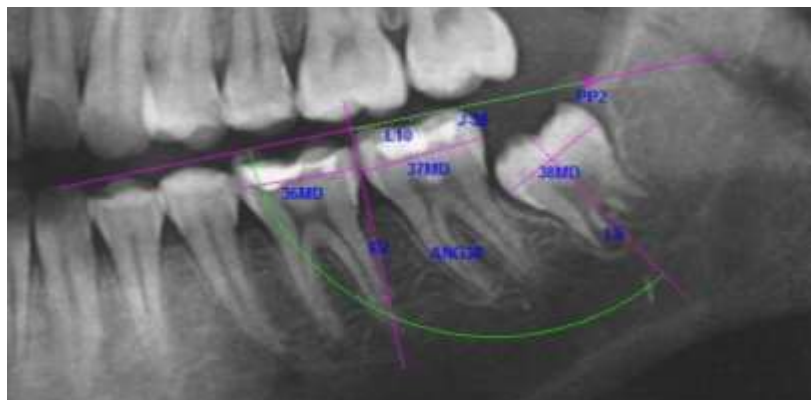


Fig.7 b

Angulo ANG-8^OP

Resultados

La prevalencia de impactación de 2MM en los n=200 niños y adolescentes incluidos en el estudio fue de 12,75 %. Se examinaron un total de cuatrocientos molares (2MM) y se observó que 51/400 casos (12,75%) estaban impactados o con riesgo de impactación y 349/400 (87,25%) eran 2MM con erupción normal considerándolos controles.

Con respecto al sexo, sobre el total n=200 niños y adolescentes, 111/200 (55,5%) fueron mujeres y 89/200 (44,5%) varones. La edad promedio del total de la muestra fue de 12,71±1,42 años, (mujeres: 12,59 ±1,46 años y varones: 12,85 ±1,36 años).

Los individuos fueron clasificados según sus Biotipos Faciales, de los cuales: n=107 fueron Braquifaciales y representaron el 53,5%; n=69 Mesofaciales (34%) y n=24 Dolicofaciales (12%).

D-TAN: Distancia entre tangentes mesiales y distales de molares, medida sobre OPT

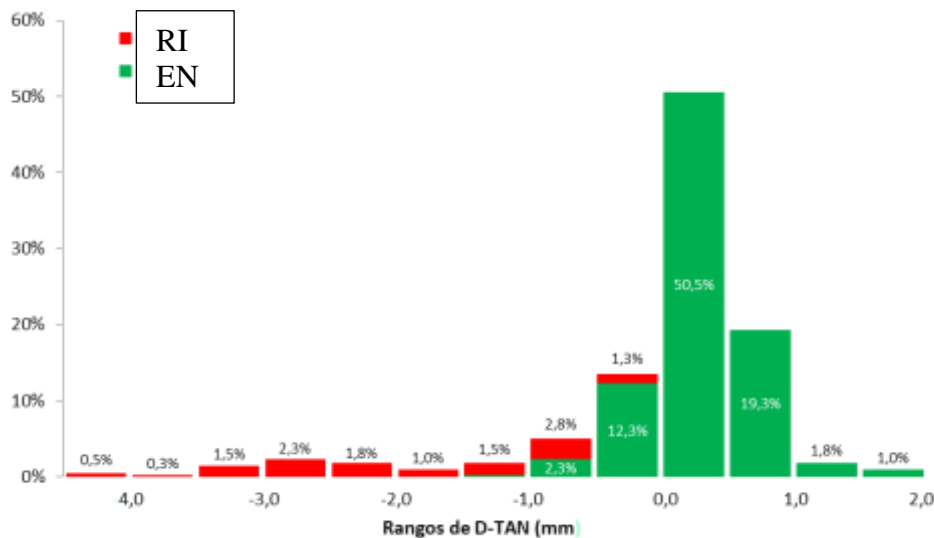


Fig. 8

Histograma de valores D-TAN. Porcentajes de casos según grupo y rango de D-TAN.

En el histograma de la figura 8 se muestra con barras de color verde los casos de erupción normal EN y aquellos cuya dirección eruptiva no presentaba obstáculos. (menor riesgo de impactación). Los casos con distanciamiento entre molares igual o mayor a 0 mm representan el 72,5% de molares completamente erupcionados. Las barras rojas representan a molares impactados cuyas trayectorias eruptivas indican un riesgo de impactación (Grupo RI).

La muestra quedó segmentada en las dos categorías propuestas: **1)** casos de erupción normal (EN) y **2)** casos con molares impactados (IMP) y con riesgo de impactación (RI). En la tabla 1, se muestran los valores de tendencia central (media y mediana) y de dispersión (desviación estándar DE, mínimo y máximo) correspondientes a la distancia entre las tangentes de molares (variable D-TAN) según categorías.

Erupción	n	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
EN	349	0,27	0,25	0,41	-1,03	3,00
RI	51	-1,95	-2,00	1,22	-5,79	-0,13
Total	400	-0,15	0,13	0,94	-5,79	3,00

Tabla 1.- Valores estadísticos descriptivos de la variable D-TAN según categoría de erupción. Valores expresados en mm.

Clasificación de riesgo de impactación, según método de discretización de la variable continua

En la tabla 1.a, se exponen las distribuciones de casos según rango de distancia entre molares y categoría de riesgo de impactación, analizando por separado los molares impactados (IMP) y los con riesgo de impactación (RI), y dentro de la categoría RI se consideraron:

Riesgo Impactación Elevado (RIE), aquellos casos con separación entre molares de -3 mm a -4,5 ($-3 \text{ mm} \leq \text{D-TAN} < -4,5 \text{ mm}$).

Riesgo Impactación Moderado (RIM) ($-3 \text{ mm} \leq \text{D-TAN} < -1,5 \text{ mm}$).

Riesgo Impactación Bajo (RIB) ($-1,5 \text{ mm} \leq \text{D-TAN} < 0 \text{ mm}$).

Rango D-TAN (mm)	200 OPT: n=400 molares		
	EN	Casos	
		RI	IMP
< -4,5		2	
-4,0 a -3,5			1
-3,5 a -3,0		4	5
-3,0 a -2,5		8	
-2,5 a -2,0		7	
-2,0 a -1,5		2	
-1,5 a -1,0		7	
-1,0 a -0,5	8 (*)	10	
-0,5 a 0,0	49 (*)	5	
0,0 a +0,5	202		
+0,5 a +1,0	77		
+1,0 a +1,5	7		
+1,5 a +2,0	3		

Tabla 1. a.

Clasificación de riesgo de impactación, según método de discretización de la variable continua D-TAN (método de asignación de rangos por intervalos iguales)

ANG-7^6: Angulo entre molares inferiores

El otro parámetro que, por su característica geométrica, es un factor de riesgo asociado a RI, es el ángulo entre los ejes longitudinales de los molares (ANG-7^6). En la tabla 2 se expresan los valores estadísticos descriptivos correspondientes a cada categoría de erupción y para el global. La categoría RI tiene mayores angulaciones entre molares siendo su media de 14,43° con un rango entre 4,59 ° y 36,96°. (Tabla 2)

Erupción	n	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
EN	349	7,31	7,47	5,07	-8,59	24,96
RI	51	14,43	13,73	6,64	4,59	36,96
Total	400	8,22	8,15	5,79	-8,59	36,96

Tabla 2.- Valores estadísticos descriptivos de la variable ANG-7^6 según categoría de erupción. Valores expresados en grados sexagesimales.

Análisis exploratorio: Contrastes entre grupos

Se llevó a cabo un análisis exploratorio para determinar qué variables convenía incluir en el modelo de regresión generalizado utilizado para evaluar los factores de riesgo asociados a la impactación. En la tabla 3 se expresan los valores de tendencia central y de dispersión de diferentes parámetros o factores según grupo (EN: Erupción Normal; RI: Riesgo impactación), así como la diferencia entre medias y sus respectivas significaciones de las pruebas de contraste (Prueba T para la igualdad de medias). Los datos se ordenaron en forma decreciente según su significatividad.

Resultaron significativas las diferencias entre categorías de tipo de erupción al considerar los factores edad, ángulo entre molares (ANG-7^6), el ancho mesiodistal de caninos² MD-3i, la rotación de primeros molares (Rot.6i), las dos medidas transversales Iv-3i, Iv-4i, el desplazamiento de los dientes respecto a la trayectoria idealizada de la arcada mandibular y el grado apiñamiento de dentario del sector anterior. Además, se evaluó el factor sexo, sin verificarse asociación significativa con la variable eruptiva (prueba de Chi2 - exacto de Fisher: p=0,07).

Variable	Unidad de medida	Estadísticos de grupo: Media ± DE		Diferencia de medias	p
		EN (n=349)	RI (n=51)		
Edad	años	12,9 ± 1,3	11,2 ± 1,4	1,7	1,6E-11
ANG-7^6	grados	7,3 ± 5,1	14,4 ± 6,6	-7,1	7,3E-10
MD-3i	mm	7,43 ± 0,57	6,93 ± 0,54	0,50	1,7E-06
Rot.6i	grados	-1,3 ± 4,9	1,9 ± 4,5	-3,2	1,4E-05
Iv-4i	mm	39,9 ± 2,2	38,8 ± 2,8	1,1	8,6E-03
Desplazamientos	mm	1,11 ± 0,54	1,35 ± 0,46	-0,23	3,9E-03
Iv-3i	mm	31,4 ± 1,9	30,7 ± 2,2	0,7	0,01
Dif. EA-MD12	mm	0,19 ± 1,53	-0,27 ± 2,07	0,46	0,11
Rot.3i	grados	11,7 ± 13,3	8,6 ± 14,6	3,2	0,12
Iv-5i	mm	45,7 ± 2,3	46,4 ± 3,0	-0,7	0,15
Rot.1i	grados	-4,6 ± 9,9	-2,5 ± 9,6	-2,1	0,16
Suma MD12	mm	22,9 ± 1,5	23,2 ± 1,9	-0,3	0,23
Biotipo facial	%	64,7 ± 4,7	63,9 ± 4,4	0,8	0,31
MD-1i	mm	5,38 ± 0,39	5,46 ± 0,48	-0,08	0,34
MD-2i	mm	6,05 ± 0,48	6,12 ± 0,63	-0,07	0,42
Rot.2i	grados	-2,7 ± 11,0	-1,5 ± 14,5	-1,2	0,57
Ic-3i	mm	26,4 ± 1,9	26,3 ± 2,1	0,2	0,63
Esp. Anterior	mm	23,1 ± 1,9	22,9 ± 2,5	0,2	0,65
Long. Inferior	mm	34,1 ± 2,4	34,3 ± 2,2	-0,2	0,67
Iv-6i	mm	53,6 ± 2,4	53,6 ± 3,2	0,0	0,94

Tabla 3.
Análisis exploratorio Contraste entre grupos

En la tabla 3 se observa que resultaron significativas las diferencias entre categorías de tipo de erupción al considerar los factores edad, ángulo entre molares (ANG-7^6), el ancho mesiodistal de caninos¹ MD-3i, la rotación de primeros molares (Rot.6i), las dos medidas transversales Iv-3i, Iv-4i y el desplazamiento de los dientes respecto a la trayectoria idealizada de la arcada mandibular. Además, se evaluó el factor sexo, sin verificarse asociación significativa con la variable eruptiva (prueba de Chi² - exacto de Fisher: p=0,07).

Análisis exploratorio: correlaciones

	D-TAN	ANG-7^6	Linf	Ici 3	Ivi 3	Ivi 4	Ivi 5	Ivi 6	Edad	Suma 12	Espacio 12	MD3	Desplazamientos	Rot.7i	Rot.6i	Rot.3i	Rot.2i	Rot.1i	BIOTIPO
D-TAN		0,00	0,73	0,90	0,10	0,07	0,04	0,24	0,00	0,90	0,18	0,00	0,01	0,29	0,01	0,25	1,00	0,07	0,76
ANG-7^6	0,00		0,09	1,00	0,13	0,10	0,08	0,99	0,14	0,01	0,11	0,00	0,80	0,93	0,83	0,63	0,31	0,24	0,67
Linf	0,73	0,09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,08	0,88	0,04	0,41	0,02	0,01	0,89
Ici-3i	0,90	1,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,21	0,68	0,32	0,00	0,64	1,00	0,25
Iv-3i	0,10	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,10	0,88	0,79	0,00	0,42	0,43	0,23
Iv-4i	0,07	0,10	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,80	0,80	0,99	0,00	0,92	0,37	0,04
Iv-5i	0,04	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,69	0,31	0,03	0,03	0,83	0,92	0,21
Iv-6i	0,24	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,66	0,00	0,00	0,00	0,98	0,42	0,26	0,02	0,81	0,56	0,07
Edad	0,00	0,14	0,04	0,13	0,61	0,66	0,02	0,66		0,04	0,08	0,08	0,10	0,36	0,01	0,52	0,78	0,12	0,14
Suma 12	0,90	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		0,00	0,00	0,00	0,59	0,13	0,85	0,07	0,05	0,81
Espacio 12	0,18	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00		0,00	0,89	0,62	0,07	0,05	0,76	0,52	0,89
MD3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00		0,00	0,40	0,75	0,16	0,22	0,67	0,18
Desplazamientos	0,01	0,80	0,08	0,21	0,10	0,80	0,69	0,98	0,10	0,00	0,89	0,00		0,48	0,42	0,96	0,22	0,01	0,60
Rot.7i	0,29	0,93	0,88	0,68	0,88	0,80	0,31	0,42	0,36	0,59	0,62	0,40	0,48		0,17	0,12	0,36	0,55	0,36
Rot.6i	0,01	0,83	0,04	0,32	0,79	0,99	0,03	0,26	0,01	0,13	0,07	0,75	0,42	0,17		0,75	0,64	0,00	0,07
Rot.3i	0,25	0,63	0,41	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,52	0,85	0,05	0,16	0,96	0,12	0,75		0,01	0,02	0,61
Rot.2i	1,00	0,31	0,02	0,64	0,42	0,92	0,83	0,81	0,78	0,07	0,76	0,22	0,22	0,36	0,64	0,01		0,00	0,29
Rot.1i	0,07	0,24	0,01	1,00	0,43	0,37	0,92	0,56	0,12	0,05	0,52	0,67	0,01	0,55	0,00	0,02	0,00		0,05
BIOTIPO	0,76	0,67	0,89	0,25	0,23	0,04	0,21	0,07	0,14	0,81	0,89	0,18	0,60	0,36	0,07	0,61	0,29	0,05	

Tabla 4.

Matriz de correlaciones: Se muestran los p-valores de los resultados de las pruebas de correlación de Pearson. Nivel de significación: p<0,05, texto rojo; (*) p<0,001, casillas rosadas y (**) p<0,000001 casillas rojas.

Del cuadro de correlaciones (tabla 4), tienen especial relevancia para este estudio las primeras dos filas y columnas, porque estos dos factores (D-TAN y ANG-7^6) serían los mejores indicadores para determinar el riesgo de impactación. Se correlacionó el ángulo formado por los ejes longitudinales de los molares (ANG-7^6) y la distancia entre molares (D-TAN), obteniéndose el mayor grado de correlación (p=1,4E-14). Otros resultados

relevantes son los relacionados con la edad, no sólo por el grado de significatividad de las correlaciones sino también porque este factor estaría asociado tanto a cambios morfológicos en una etapa de crecimiento como a procesos y mecanismos de erupción, así, por ejemplo, la correlación entre la edad y D-TAN resultó muy significativa ($p=2,3E-08$), cuanto mayor la edad, menor riesgo de impactación. El anterior análisis correlacional sirvió no sólo para evaluar el grado de correlación entre las diferentes variables con D-TAN y con ANG-7⁶, sino también valorar la interdependencia de parámetros, tal es el caso de las medidas transversales Iv-3i e Iv-4i, que guardan una muy estrecha correlación entre ellas ($p=3,0E-13$), así como con las otras medidas intervestibulares Iv-5i e Iv-6i, por lo tanto, para el posterior análisis de regresión sólo se introdujo la variable Iv-4i en el modelo, dado que ésta mostró un vínculo más acentuado con D-TAN y con ANG-7⁶ en comparación con las demás medidas intervestibulares, ya que se pretende evitar introducir variables linealmente dependientes. En el resto del cuadro de la Tabla 4, se observan elevados grados de correlación entre todas las medidas transversales (Ricketts) y también con la Longitud inferior, demostrando que existe una relación armónica entre estas medidas en términos generales.

Relación entre D-TAN y ANG 7⁶

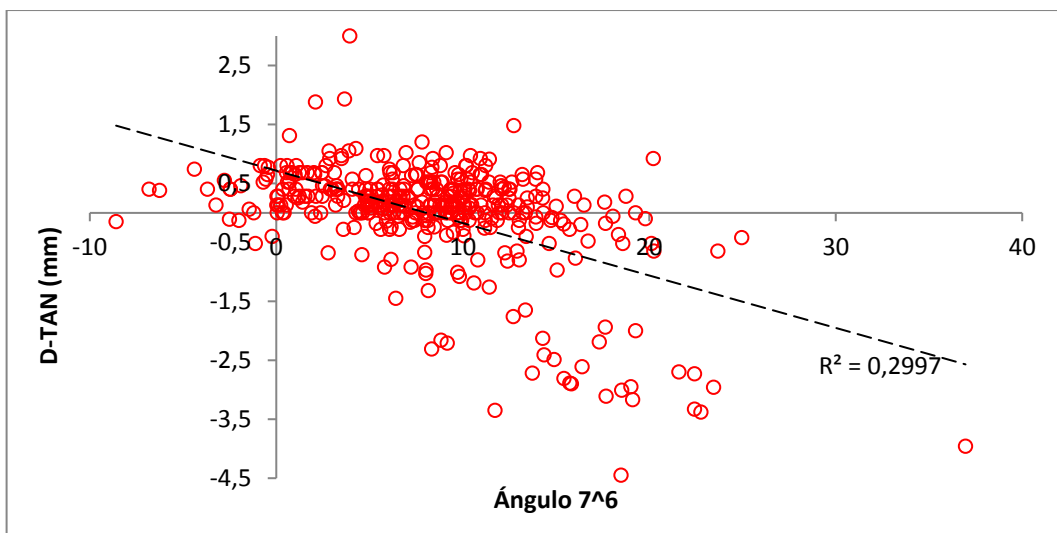


Fig. 9.a

Relación entre distancia de molares (D-TAN) y el ángulo 7⁶ (ángulo formado entre los ejes longitudinales de ambos molares inferiores).

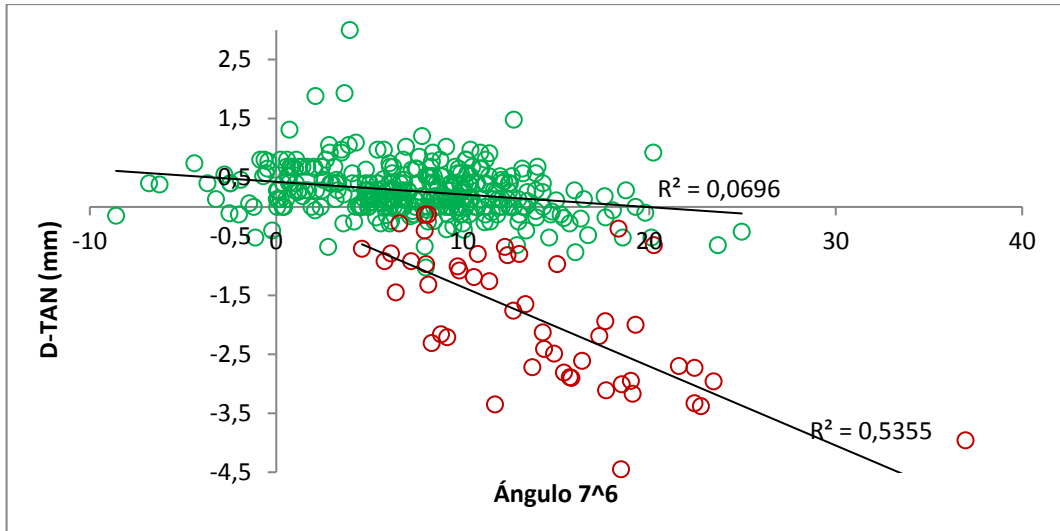


Fig. 9.b

Relación entre distancia de molares (D-TAN) y el ángulo 7^6 según categoría de erupción.

En el gráfico de dispersión de la figura 9.a, la inclinación de la recta de regresión lineal muestra una tendencia inversa de disminución del espacio entre molares a medida que se incrementa el ángulo. El ajuste de datos mediante esta recta (modelo lineal) no es el más adecuado para los valores D-TAN inferiores a -1,5 mm ni para ángulos inferiores a cero grados, situación que influye sobre el valor del determinante lineal ($R^2=0,29$), un ajuste con mayor precisión se consigue ajustando para cada grupo de impactación (Fig. 9.b), en este segundo gráfico se muestra la misma distribución de valores que en el grafico original, pero en este caso agrupados según categoría de riesgo eruptivo (EN; RI), visualizándose una correlación más significativa y pronunciada entre ambas variables al considerar el grupo de mayor riesgo de impactación.

Relación entre D-TAN y la Edad según grupo de riesgo

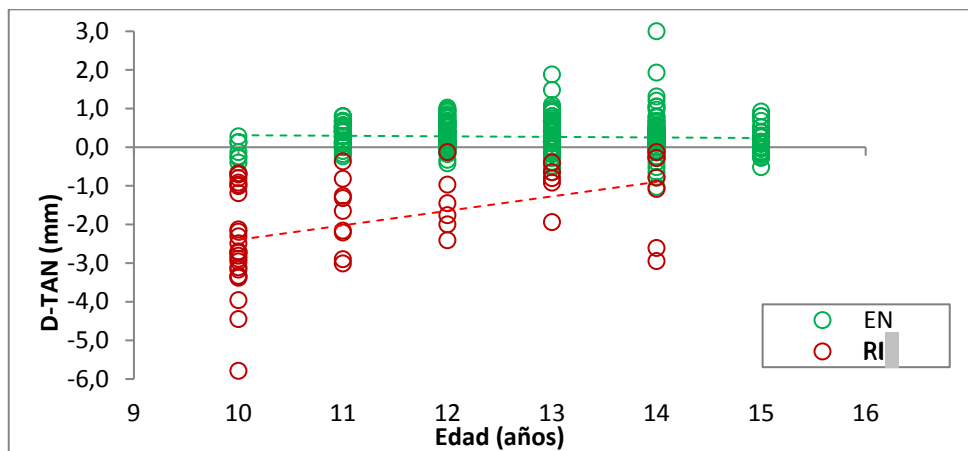


Fig. 10.

Relación entre distancia entre molares (D-TAN) y la edad según grupo de riesgo.

En el gráfico de dispersión de la figura 10, la inclinación de la recta de regresión lineal del grupo RI muestra una tendencia directa de aumento del espacio entre molares a medida se incrementa la edad, lo que sugiere una acomodación o corrección de la posición disminuyendo el riesgo de impactación en función de la edad, en tanto que el grupo EN el valor promedio de D-TAN se mantuvo prácticamente constante dentro del rango etario evaluado.

Valoración de D-TAN según edad y sexo

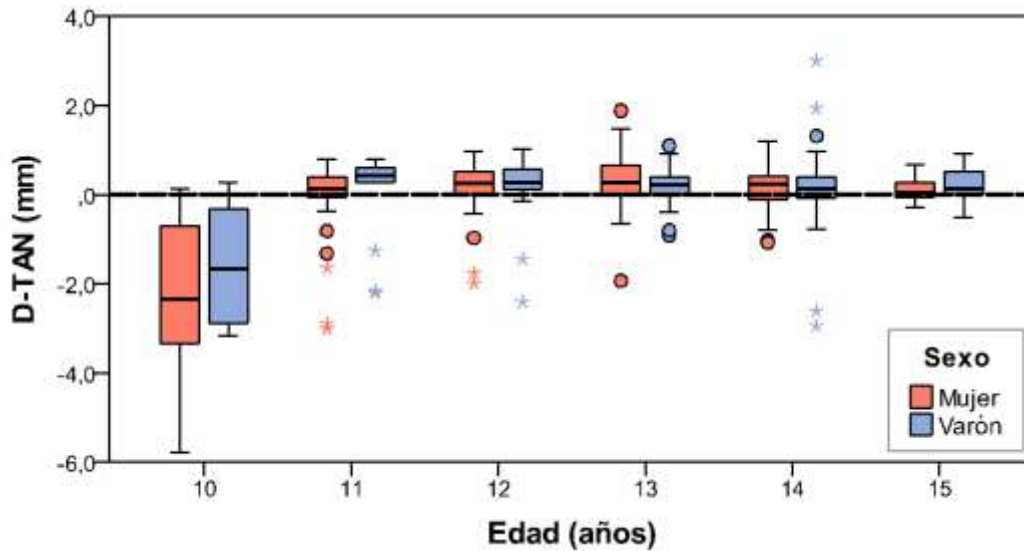


Fig. 11.

Distribución de valores de D-TAN según edad y sexo.

Edad	D-TAN (Mujeres)		D-TAN (Varones)	
	n	Media (mm)	n	Media (mm)
10	22	-2,09	12	-1,55
11	36	-0,06	16	0,06
12	47	0,18	32	0,21
13	57	0,24	50	0,23
14	36	0,19	54	0,12
15	24	0,08	14	0,27
Global	222	-0,08	178	0,06

Tabla 5.

Valores medios de D-TAN según edad y sexo.

Los subgrupos de niños y niñas de 10 años registraron los valores más negativos de separación entre las tangentes de segundos molares D-TAN, que se interpreta como un mayor riesgo de impactación, pero esa situación de riesgo disminuyó en función de la

edad, tanto en varones como en mujeres, salvo las excepciones que se visualizan en la figura 11 como valores atípicos (○) y extremos (*), con valores de separación entre molares D-TAN inferiores a -1 mm. Las distribuciones de valores fueron similares en ambos sexos, tanto en general como dentro de cada grupo etario (tabla 5). Se complementó el análisis mediante ANOVA de dos vías (edad y sexo), resultando significativo el factor edad ($p < 0,05$), en particular se verificó que el subgrupo de menor edad (10 años) registró valores D-TAN significativamente diferentes que el resto de los grupos etarios (Test post hoc de Scheffé).

Relación entre D-TAN y biotipo facial

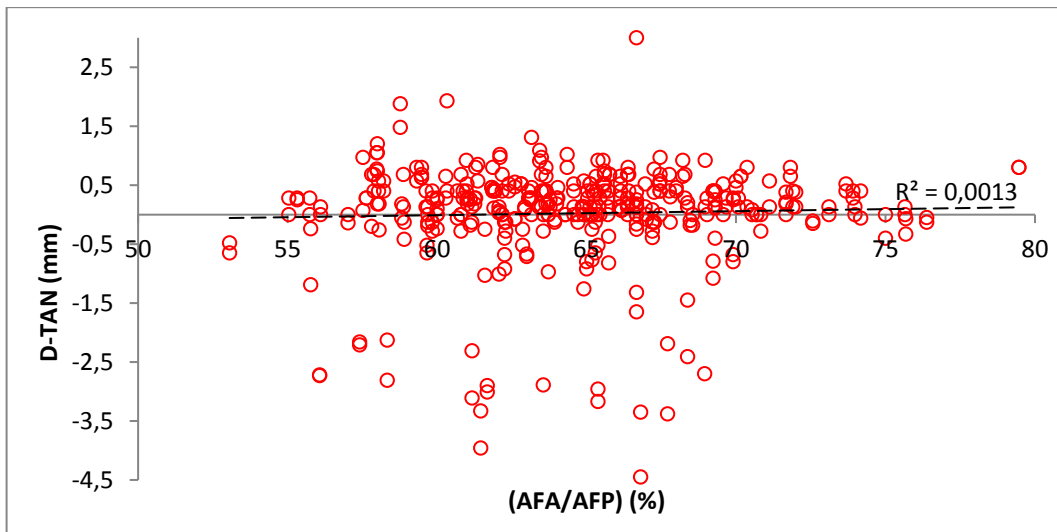


Fig. 12

Relación entre D-TAN y la relación porcentual entre alturas faciales (biotipo facial %).

En el gráfico de dispersión de la figura 12, la inclinación de la recta de regresión lineal prácticamente horizontal, el espacio entre molares no depende o no se correlaciona con la medida porcentual de relación de alturas faciales, y en definitiva con el biotipo facial, resultado, ya verificado, en el análisis de correlación (tabla 4, $p = 0,76$).

Valoración de D-TAN según biotipo facial

Los tres biotipos faciales registraron los valores medios de separación entre las tangentes de segundos molares D-TAN muy similares (tabla 6). Se complementó el análisis mediante ANOVA de una vía, resultando no significativas las diferencias entre biotipos ($p=0,83$).

Biotipo	D-TAN (Mujeres)	
	N	Media (mm)
Dólico	52	-0,05
Meso	136	0,04
Braqui	212	0,03
Global n molares	400	-0,02

Tabla 6.

Valores medios de D-TAN según biotipo.

Relación entre D-TAN y el apiñamiento anterior mandibular

Para evaluar factor apiñamiento se utilizó el índice de apiñamiento (iA), que es un valor adimensional calculado de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$iA = \sqrt{(|Rot31| + |Rot32| + |Rot41| + |Rot42|)} - (\text{Trayecto12} - \text{SumaMD12})$$

La fórmula anterior incluye la raíz cuadrada de la suma de los valores absolutos de las rotaciones de los cuatro incisivos inferiores y se le resta la diferencia entre el espacio anterior y la suma de los anchos mesiodistales de los 4 incisivos.

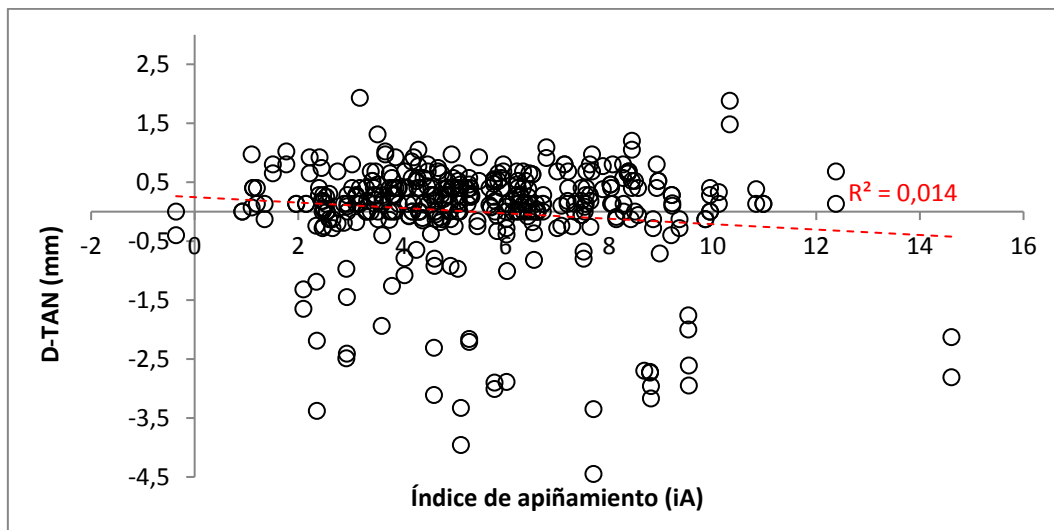


Fig. 13

Relación entre D-TAN y el apiñamiento anterior mandibular.

Se verificó un grado de correlación significativo entre el índice de apiñamiento anterior y la distancia entre molares, a mayor grado de apiñamiento menor la distancia entre molares (Correlación de Pearson: -0,11; $p=0,03$).

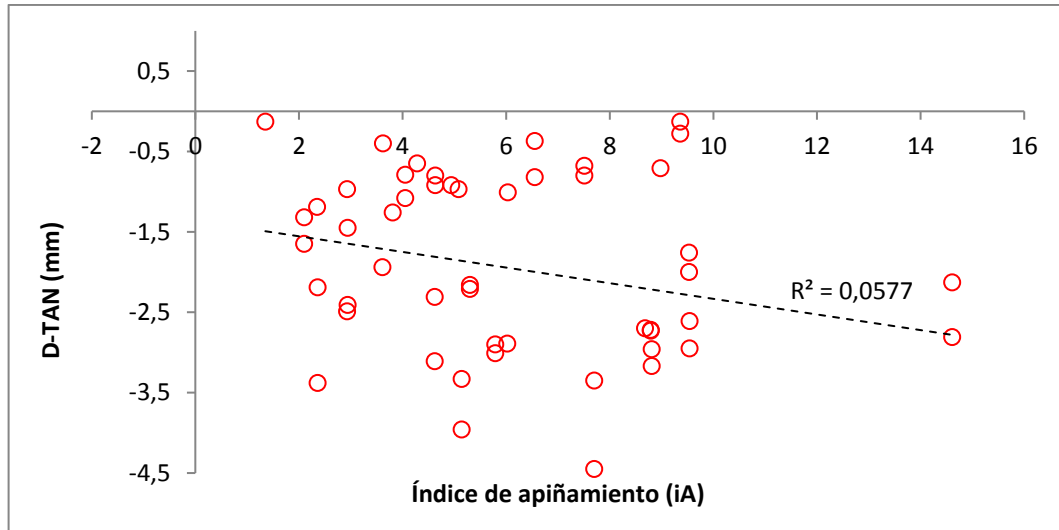


Fig. 13.a

Relación entre distancia de molares (D-TAN) y el apiñamiento anterior mandibular (sólo grupo RI).

Al contrastar los valores de iA registrados en los grupos EN (6,11) y RI (5,34) mediante test-T, las diferencias resultaron significativas ($p=0,04$)

Relación entre ANG-7⁶ y la Edad según grupo de riesgo

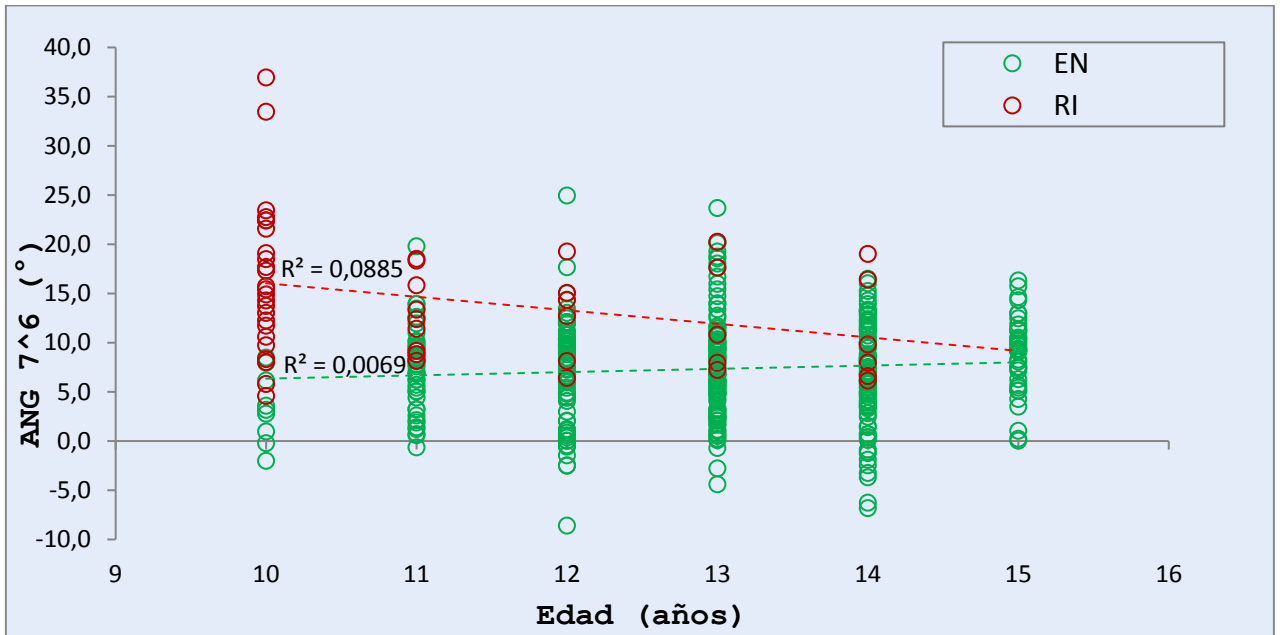


Fig. 14.

Relación entre angulación entre molares (ANG-7⁶) y la edad según grupo de riesgo.

En el gráfico de dispersión de la figura 14, la inclinación de la recta de regresión lineal del grupo RI muestra una tendencia inversa de disminución de la angulación entre molares a medida se incrementa la edad, en tanto que, en el grupo de erupción normal, muestra una tendencia opuesta (aunque poco marcada) a incrementar la amplitud angular, ambas rectas de ajuste tienden a converger hacia los 15 años, a valores próximos a 8 grados. También en este caso se aprecia un efecto de la edad sobre parámetro angular dentro del grupo de mayor riesgo de impactación, al verificarse un redireccionamiento del segundo molar inferior hacia una dirección más paralela al primer molar contiguo, disminuyendo el riesgo de impactación en función de la edad.

Valoración de ANG-7⁶ según edad y sexo

Nuevamente los subgrupos de niños y niñas de 10 años se diferenciaron de los restantes grupos etarios, registrando en esta oportunidad mayores amplitudes angulares entre molares ANG-7⁶, que se interpreta como un mayor riesgo de impactación, con un esquema semejante al descrito para D-TAN, con disminución de situación de riesgo en función de la edad, tanto en varones como en mujeres, salvo las excepciones que se visualizan en la figura 15 como valores angulación atípicos (○) o superiores a 15°. Los valores angulares medios fueron algo mayores en el grupo de mujeres, tanto en general como en la mayoría de los grupos etarios (tabla 7).

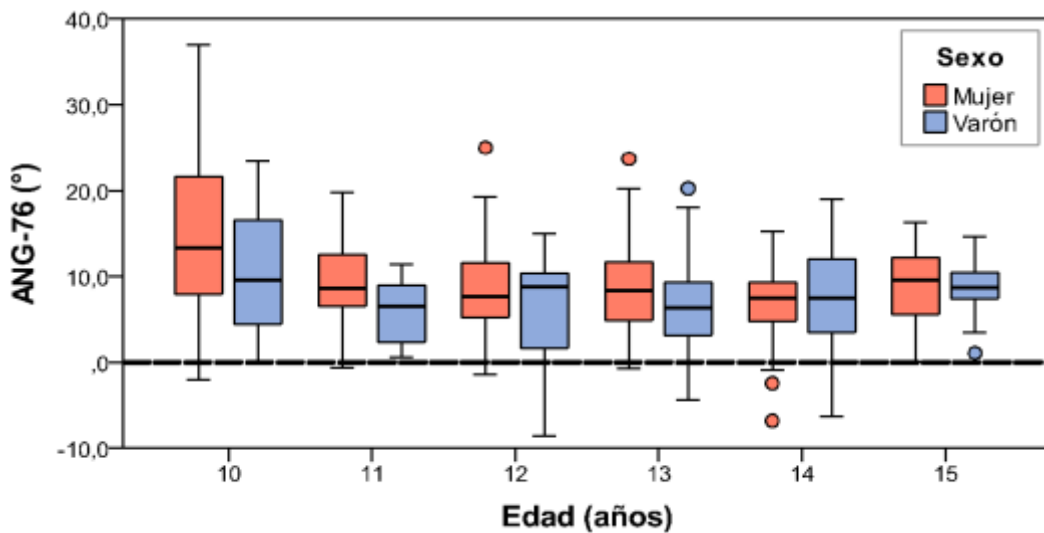


Fig. 15. Distribución de valores de ANG-7⁶ según edad y sexo.

Valoración de ANG-7⁶ según edad y sexo

Edad	ANG-7 ⁶ (Mujeres)		ANG-7 ⁶ (Varones)	
	n	Media (grados)	n	Media (grados)
10	22	14,4	12	10,6
11	36	9,4	16	6,0
12	47	8,3	32	6,4
13	57	9,0	50	6,7
14	36	6,7	54	7,2
15	24	9,0	14	8,5
Global	222	-9,1	178	7,1

Tabla 7.

Valores medios de ANG-7⁶ según edad y sexo.

Análisis mediante modelo de regresión lineal generalizado (MRLG)

- Variable respuesta: **D-TAN**

- Variables explicativas introducidas en el modelo: Se incluyeron todas aquellas que mostraron un nivel de significación en los análisis previos de contrastes entre las categorías EN y RI y en el análisis correlaciones múltiples, pero excluyendo las que mostraron dependencia lineal, tal es el caso de las medidas transversales, que guardaban entre sí un marcado grado de correlación directa, en estos casos se optó por introducir en el modelo sólo la variable que mostró mayor correlatividad con D-TAN. También se descartó MD-3i, por los argumentos ya mencionados sobre dentición mixta. Los factores incluidos se muestran en la tabla de regresión (tabla 8), la cual se ordenó de manera decreciente en función de la significatividad de los efectos de los factores.

Origen	Mayor probabilidad de impactación	Chi ² de Wald	p-valor
Edad	Menor Edad	192,18	p<<0,01
ANG-7^6	Ángulos > 12°	153,40	p<<0,01
Desplazamientos	Mayores desplazamientos dentarios	8,25	0,02
Rot.6i	Mayor rotación (+) de 1° molares ²	4,50	0,03
Sexo	Mujeres	2,70	0,10
Iv-4i	Menor ancho intervestibular 1PM	1,05	0,31
Longitud Inferior	Menor dimensión L. Inf.	0,81	0,37

Tabla 8.

Resultado del análisis de regresión lineal generalizado: Origen o fuente de los efectos; Observación sobre las condiciones asociadas a un mayor riesgo de impactación; Estadístico Chi² de Wald y significación del efecto.

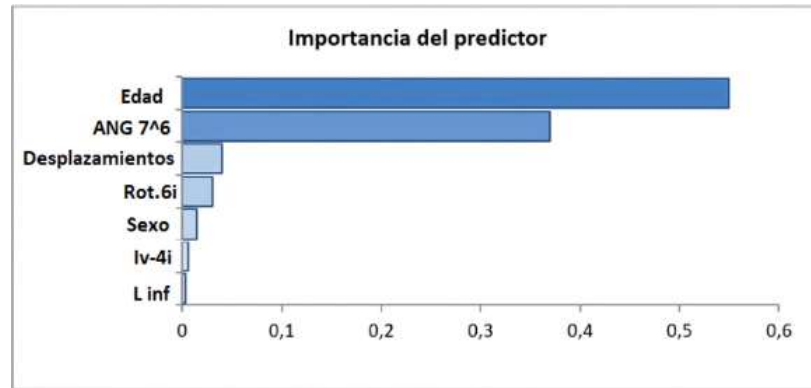


Fig. 16.

Magnitud de "importancia" de los predictores para la variable objetivo D-TAN.

El gráfico de barras de la figura 16 sirve como complemento para visualizar la importancia de los predictores evaluados dentro del modelo de regresión, queda claro que la edad y la angulación entre molares son los más relevantes, en tanto que los demás factores tienen un poder predictivo mucho menor, aunque todos ellos suman para explicar una parte de la variabilidad de la variable respuesta (D-TAN). Debido a que la edad esté tan significativamente asociada a D-TAN, y que de acuerdo al resultado de ANOVA realizado previamente sólo el subgrupo de 10 años se diferenciaba significativamente de los otros grupos etarios, se realizó otro análisis de regresión excluyendo el mencionado grupo etario de 10 años, pero en este caso el modelo de regresión utilizado fue de respuesta binaria (grupo de riesgo: EN y RI). No se introdujeron en el modelo las dos variables que sirvieron para determinar las categorías de riesgo de impactación para evitar redundancias estadísticas. Los resultados se muestran en la tabla 9.

Análisis mediante modelo de regresión lineal generalizado (MRLG)

- Variable respuesta: **Erupción (EN; RI)**

Origen	Mayor probabilidad de Impactación	Chi ² de Wald	p-valor
Rot.6i	Mayor rotación (+) de 1° molares	9,87	<0,01
Desplazamientos	Mayores desplazamientos dentarios	6,37	0,01
Iv-4i	Menor ancho intervestibular 1PM	4,92	0,06
Edad	Menor Edad	5,49	0,24
Longitud Inferior	Menor dimensión L. Inf.	0,49	0,48
Sexo	Mujeres	0,07	0,79

Tabla 9

Resultado del análisis de regresión lineal generalizado de respuesta binaria: Origen o fuente de los efectos; Observación sobre las condiciones asociadas a un mayor riesgo de impactación; Estadístico Chi² de Wald y significación del efecto.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que los dos factores con mayor asociación a una probable impactación serían: en primer lugar, la rotación “positiva” de los primeros molares Rot.6i (mayoritarias en el grupo RI), que implican una rotación en sentido vestibular de la cara mesial y en sentido lingual de la cara distal de los primeros molares y en segundo término los desplazamientos dentarios.

En cuanto a las dimensiones transversales, en particular el ancho intervestibular de primeros premolares inferiores (Iv-4i), el cual representa a las demás medidas transversales debido a la estrecha correlación que guarda con ellas, si bien no resultó significativo el efecto (p=0.06), se sugiere tener en cuenta la tendencia a menores dimensiones transversales asociadas a un mayor riesgo de impactación. Los demás factores no mostraron asociación significativa con la variable respuesta.

A continuación, se complementa el análisis con gráficos de distribución según grupo de riesgo.

Relación entre la rotación de primeros molares y el riesgo de impactación

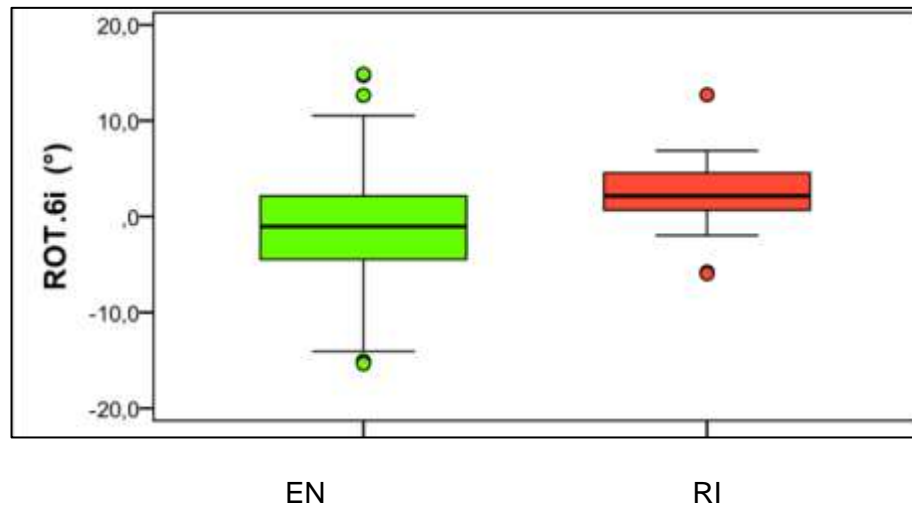


Fig. 17.

Distribución de valores de rotación de primeros molares inferiores según grupo de riesgo.

En el gráfico de cajas de la figura 17, se muestran las distribuciones de valores de rotación de primeros molares inferiores según grupo de riesgo. Las angulaciones positivas (mayoritarias en el grupo RI) implican una rotación en sentido vestibular de la cara mesial y en sentido lingual de la cara distal, en tanto que las rotaciones negativas (mayoritarias en el grupo EN) la tendencia es la opuesta, la rotación es hacia vestibular la cara distal y hacia lingual la cara mesial de los primeros molares.

Relación entre D-TAN y el ancho mesiodistal del 1MM (6MD)

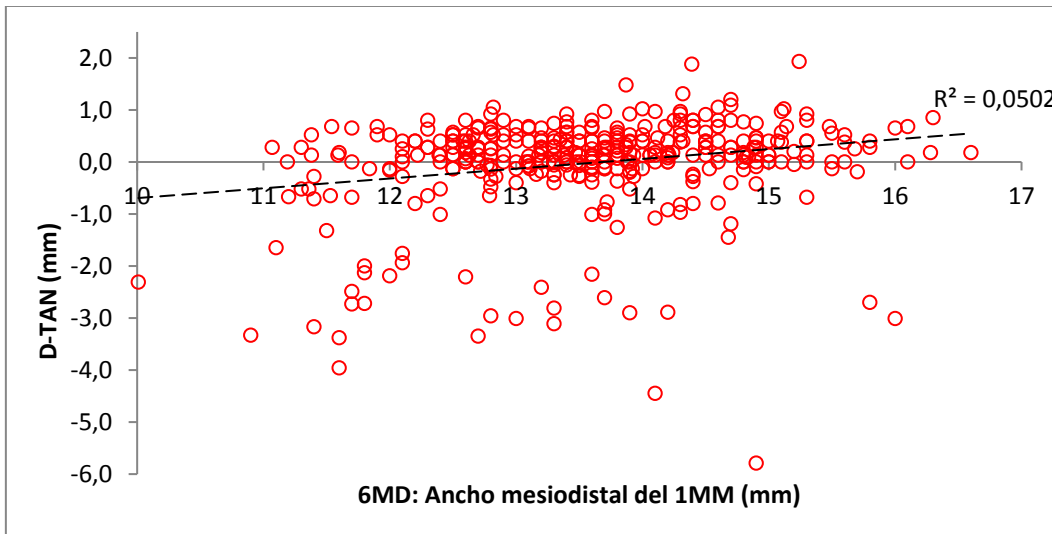


Fig. 18

Relación entre distancia de molares (D-TAN) y el ancho mesiodistal del 1MM (6MD).

En el gráfico de la figura 18, la inclinación de la recta de regresión lineal muestra una tendencia directa, a mayor distancia entre molares mayor el ancho 6MD, verificándose correlación significativa entre estas variables (Corr. de Pearson: $p=4,4E-06$; $p<0,05$).

Relación entre D-TAN y el ancho mesiodistal del 2MM (7MD)

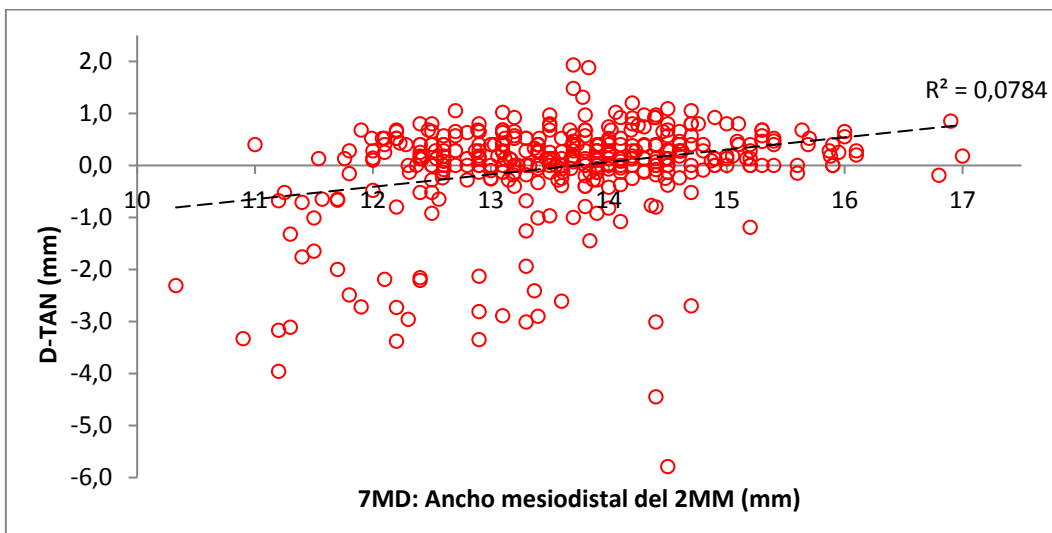


Fig. 19

Relación entre distancia de molares (D-TAN) y el ancho mesiodistal del 2MM (7MD).

Se observa la misma tendencia que en el caso anterior, a mayor distancia entre molares mayor el ancho mesiodistal del 2MM, verificándose correlación significativa entre estas variables (Corr. de Pearson: $p=1,2E-08$; $p<0,05$).

Relación entre D-TAN y el ancho mesiodistal del 3MM (8MD)

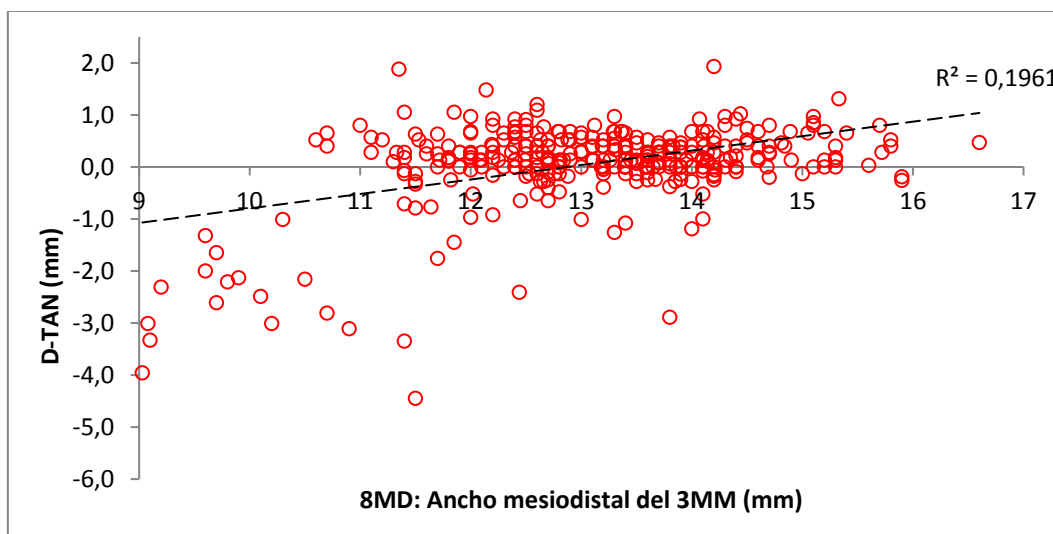


Fig. 20

Relación entre distancia de molares (D-TAN) y el ancho mesiodistal del 3MM (8MD).

Se repite la tendencia observada en los otros dos molares mandibulares, a mayor distancia entre molares mayor el ancho mesiodistal del 3MM, verificándose correlación significativa entre estas variables (Corr. de Pearson: $p=8,6E-18$; $p<0,05$), resultando la más significativa.

Valoración de los anchos MD de los MM según grupo de riesgo de impactación

Los valores medios de ancho mesiodistal de los tres MM correspondientes al grupo con riesgo de impactación del 2MM (RI) resultaron significativamente menores que los del grupo de pacientes sin riesgo de impactación (EN) (tabla 10)

Variable	Unidad de medida	Estadísticos de grupo: Media ± DE		Diferencia de medias	Sig. (bilateral)
		EN	RI		
MD-6i	mm	13,65 ± 1,05	13,12 ± 1,36	0,52	0,02
MD-7i	mm	13,75 ± 1,03	12,93 ± 1,12	0,83	7,8E-07
MD-8i	mm	13,28 ± 1,10	11,49 ± 1,44	1,79	4,5E-07

Tabla 10.

Pruebas de muestras independientes (Test T). Para cada variable: Media ± desviación estándar; diferencia entre medias y p-valor.

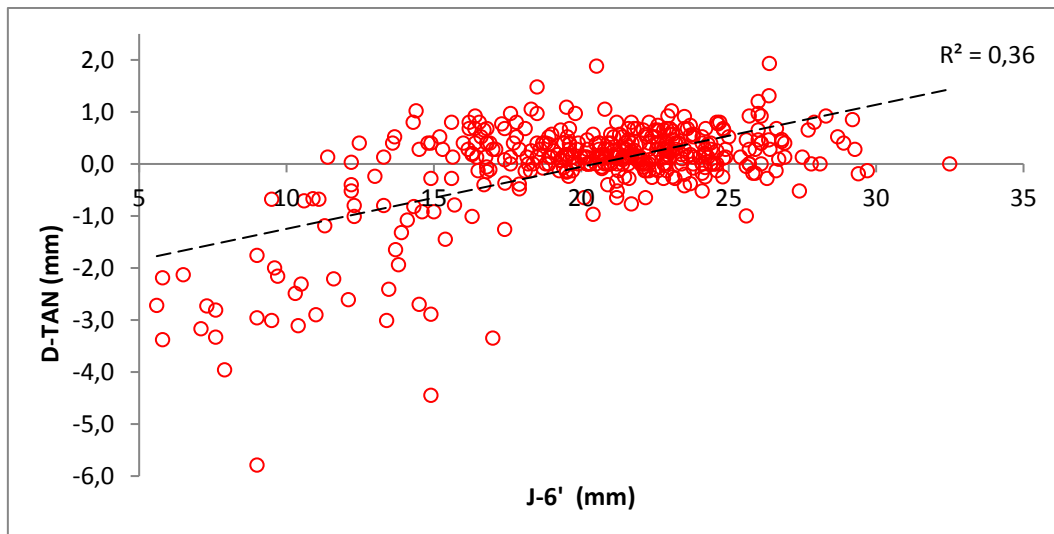


Fig. 21

Relación entre distancia de molares (D-TAN) y la distancia o espacio J-6'

Resultó muy significativa la correlación de la distancia entre molares (D-TAN) y la amplitud del espacio existente entre el borde anterior de la rama y la proyección del punto más saliente de la cara distal del 1MM, medida sobre el plano oclusal (J-6'), la tendencia fue directa, a menor espacio entre molares menor la distancia J-6' (Corr. de Pearson: $p=1,8E-40$; $p<<0,05$).

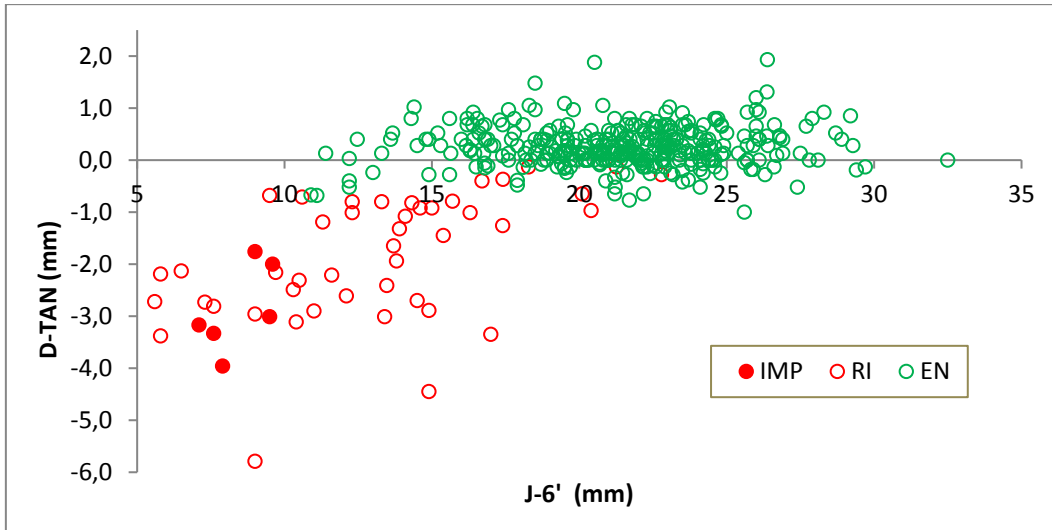


Fig. 22

Relación entre distancia de molares (D-TAN) y la distancia o espacio J-6' según grupo.

En el gráfico 22 se discriminó por grupo de riesgo, se aprecia con claridad los reducidos espacios J-6' que tienen los casos de riesgo de impactación de 2MM y los impactados en contraste con los casos de erupción normal.

Valoración del espacio J-6' según grupo de riesgo de impactación

Los valores medios de la distancia J-6' difirió significativamente entre los grupos EN, RI e IMP (ANOVA: $p < 0,05$, tabla 11). Posteriormente se compararon por parejas (test *post hoc* de Scheffé) resultando significativas las diferencias entre todos ellos.

Grupo	Media \pm DE (mm)	Sig. (ANOVA)
EN	21,40 \pm 1,05	5,1E-46
RI	13,13 \pm 1,03	
IMP	8,45 \pm 1,10	

Tabla 11.

Contraste entre medias de J-6' según grupo de riesgo de impactación. Para cada grupo: Media \pm desviación estándar. Se muestra el resultado de la prueba (ANOVA: p-valor).

Relación entre la distancia J-6' y la edad

Se comprobó que la correlación entre J-6' y la edad es muy significativa (Corr. de Pearson: $p=1,8E-37$). en el gráfico de cajas de la figura 23 se muestran los esquemas de distribuciones de valores **DJ-6'** según edad, observándose un incremento del espacio evaluado (J-6') en edades tempranas de 10 a 11 años y cada vez más moderado en años posteriores.

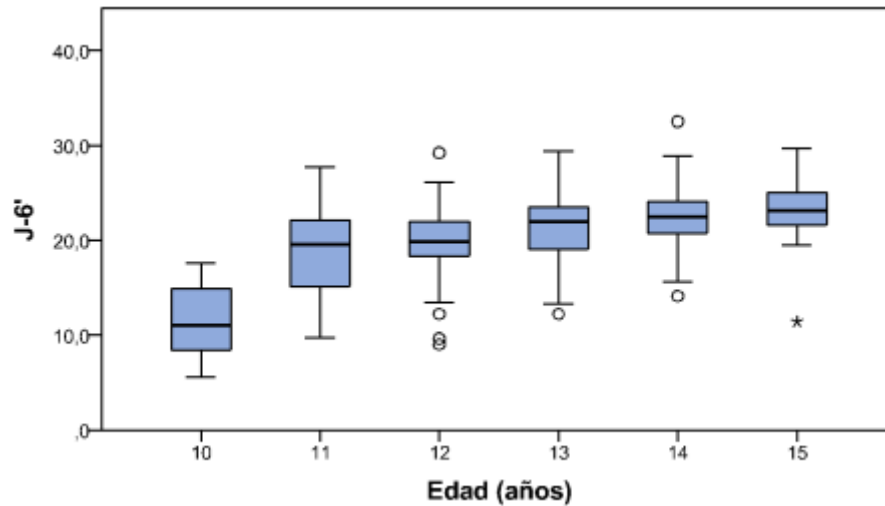


Fig. 23

Relación entre la distancia o espacio J-6' y la edad

El hecho de que las tres variables D-TAN, J-6' y edad estén fuertemente correlacionadas, implica que estas son interdependientes entre sí, verificándose un incremento de los espacios J-6' y de la distancia entre molares en función del incremento de la edad de los individuos, lo cual supondría un “acomodamiento” de los elementos dentarios y una ampliación de los espacios debido al crecimiento mandibular, salvo los casos concretos de impactación, que permanecerían en dicho estado independientemente del avance de los años.

Relación entre la edad cronológica y la edad dentaria según Nolla.

La correlación entre la edad cronológica y la estimada a partir del método propuesto por Nolla, resultó muy significativa (Corr. de Pearson: $p= 2,3E-58$; $p<<0,05$). No obstante, la correlación mencionada, al considerar las diferencias entre ambas edades para cada individuo, se verificó que estas diferencias fueron significativas (tabla 12).

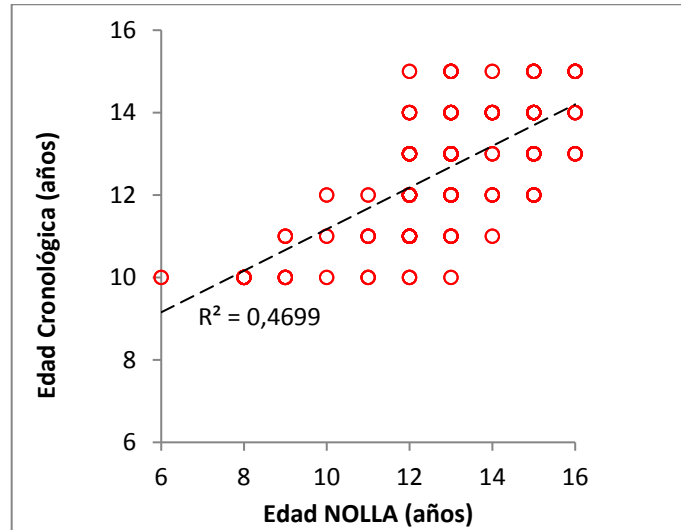


Fig. 23

Relación entre la edad cronológica y la edad dentaria según Tabla de Nolla.

Edad	Media \pm DE (años)	Sig. (Test-T)
Cronológica	12,71 \pm 1,41	8,3E-05
Dentaria (Nolla)	12,98 \pm 1,90	

Tabla 12.

Edad según grupo de riesgo de impactación. Para cada grupo: Media \pm desviación estándar. Se muestra el resultado de la prueba (Test-T para muestras relacionadas: p-valor).

Relación entre la edad CRONOLÓGICA y J6' según grupo de riesgo

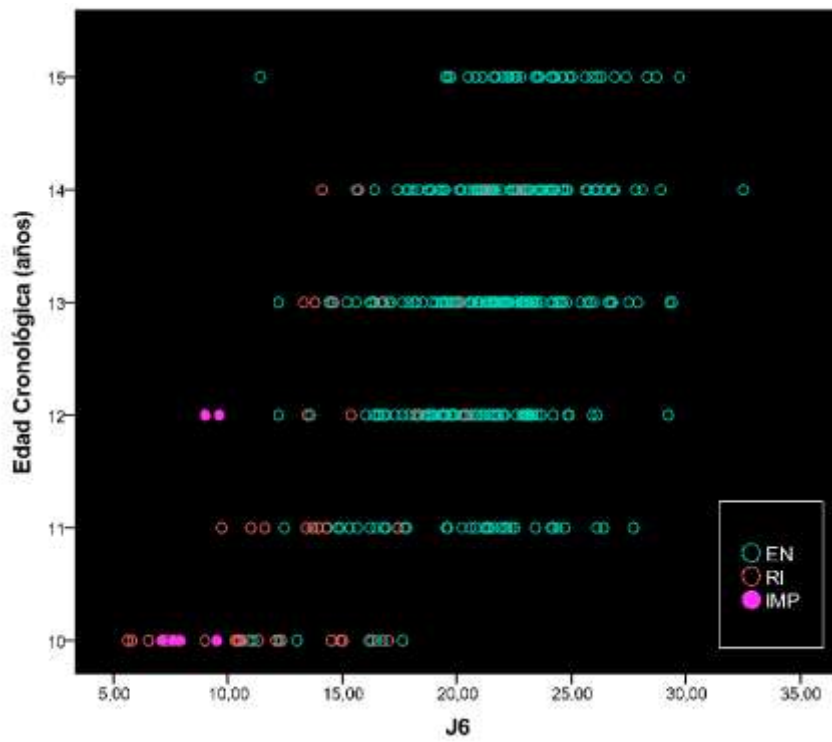


Fig. 24

Relación entre la distancia o espacio J-6' y la edad cronológica

Relación entre la edad dentaria según Nolla y J6' según grupo de riesgo

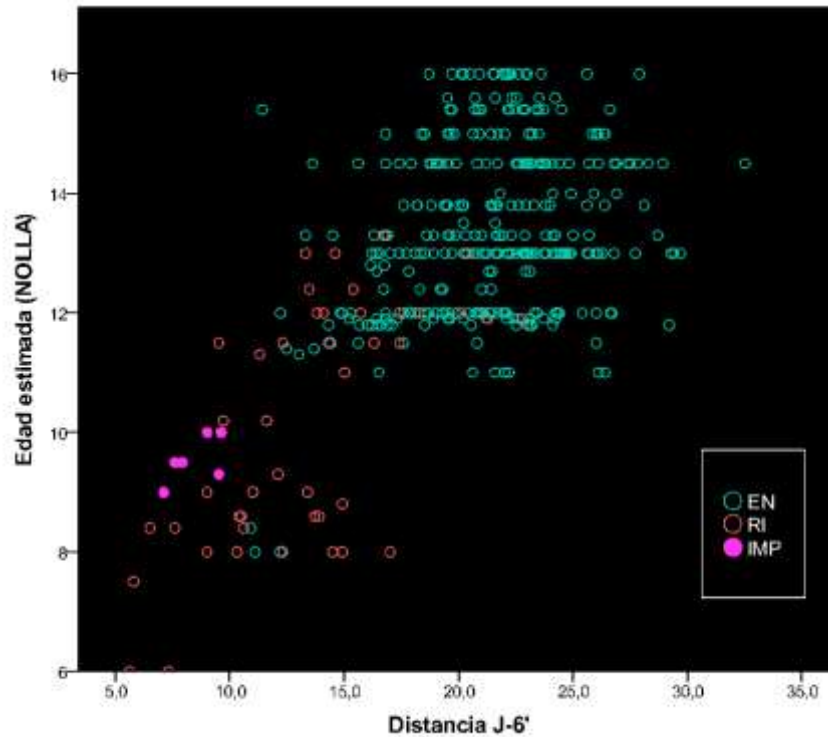


Fig. 25

Relación entre la distancia o espacio J-6' y la edad estimada por Nolla.

En el gráfico de dispersión de la figura 25, que considera la edad dentaria según Nolla el cúmulo o nube de puntos de valores de los grupos de riesgo de impactación y de impactados están más distanciados y diferenciados que en el gráfico de la figura 24 (edad cronológica), esta situación sugiere la conveniencia de utilizar la edad estimada por Nolla en reemplazo de la edad cronológica para el presente estudio. Los resultados con modelos de regresión indican un efecto de mayor magnitud respecto a D-TAN considerando la edad estimada de Nolla que al introducir la edad cronológica.

Estadios de desarrollo (según Nolla) de los molares mandibulares según grupo de riesgo

Los tres molares mandibulares correspondientes al grupo con riesgo de impactación del 2MM (RI) registraron un desarrollo significativamente menor que los del grupo de pacientes sin riesgo de impactación (EN) (tabla 13). Las mayores diferencias de desarrollo se observaron en el tercer molar.

Diente	Estadísticos de grupo: Media ± DE		Diferencia de medias	Sig. (bilateral)
	EN (n=349)	RI (n=51)		
1MM	8,88 ± 0,17	9,61 ± 0,49	0,37	1,8E-06
2MM	9,10 ± 0,62	7,12 ± 1,12	1,99	1,4E-17
3MM	5,65 ± 1,10	2,82 ± 2,59	2,83	7,8E-12

Tabla 13.

Pruebas de muestras independientes (Test T). Para cada variable: Media ± desviación estándar; diferencia entre medias y p-valor. Los valores de medida expresan grado de desarrollo dentario (escala 0-10).

Posición de los molares mandibulares según grupo de riesgo

Las posiciones del 2MM correspondientes al grupo con riesgo difirieron significativamente del grupo EN, predominando la traba mesial (51%) y la posición mesioangulada (25,5%) (Chi-cuadrado: $p=3,0E-61$, $p<<0,05$). También resultaron significativas las diferencias entre grupos al considerar el 3 MM, aunque estas diferencias no fueron tan manifiestas (Chi-cuadrado: $p=0,01$).

POSICIÓN	1MM		2MM		3MM	
	EN	RI	EN	RI	EN	RI
Vertical	100% (n=349)	98% (n=50)	99,4% (n=347)	23,5% (n=12)	23,5% (n=12)	3,5% (n=1)
Mesio-Ang		2% (n=1)	0,3% (n=1)	25,5% (n=13)	66,3% (n=203)	65,5% (n=19)
Disto-Ang					0,3% (n=1)	
Horizontal					9,8% (n=30)	31% (n=9)
Traba mesial			0,3% (n=1)	51% (n=26)	9,5% (n=29)	
Chi ² : p-valor	0,13		3,0E-61		0,01	

Tabla 14.

Pruebas de muestras independientes (Test T). Para cada variable: Media ± desviación estándar; diferencia entre medias y p-valor. Los valores de medida expresan grado de desarrollo

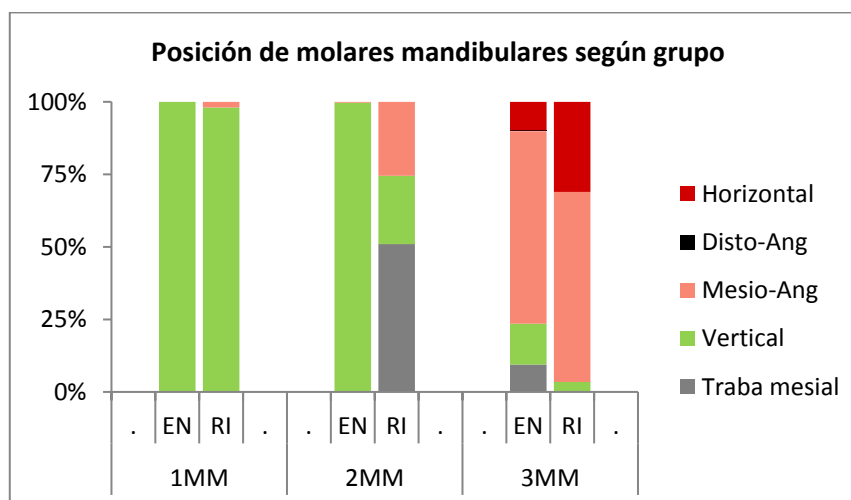


Fig. 26

Relación entre la distancia o espacio J-6' y la edad estimada por Nolla.

Angulación del 3MM respecto al plano oclusal (ANG-8^OP)

La tendencia es directa, a mayor espacio entre molares mayor ángulo ANG-8^OP (más vertical), resultando significativa la correlación entre variables (Corr. de Pearson: $p=1,7E-11$; $p<0,05$).

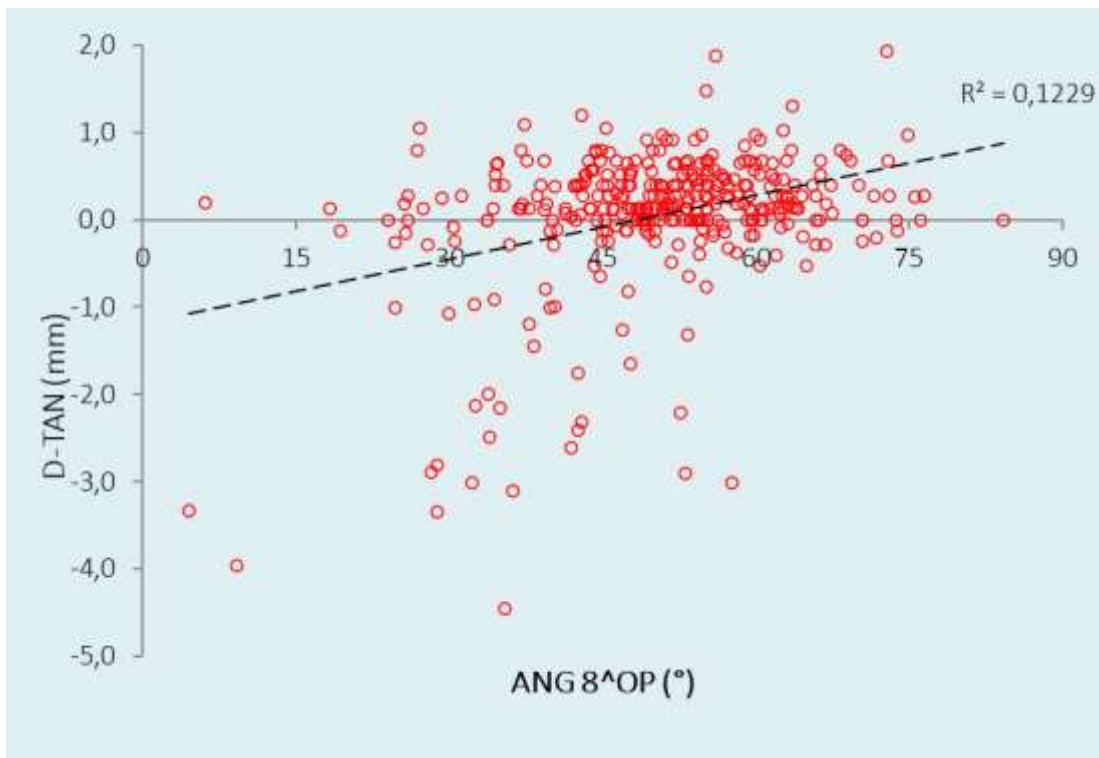


Fig. 27

Distancia entre molares (D-TAN) en relación con el ángulo del 3MM

Angulación del 3MM (ANG-8^{OP}) según grupo de riesgo de impactación

En este gráfico de dispersión, según grupo de RI (marcadores rojos), se observan dos 3MM impactados con una angulación mesial (<10°, casi horizontal), en contraste con los casos de erupción normal (marcadores verdes).

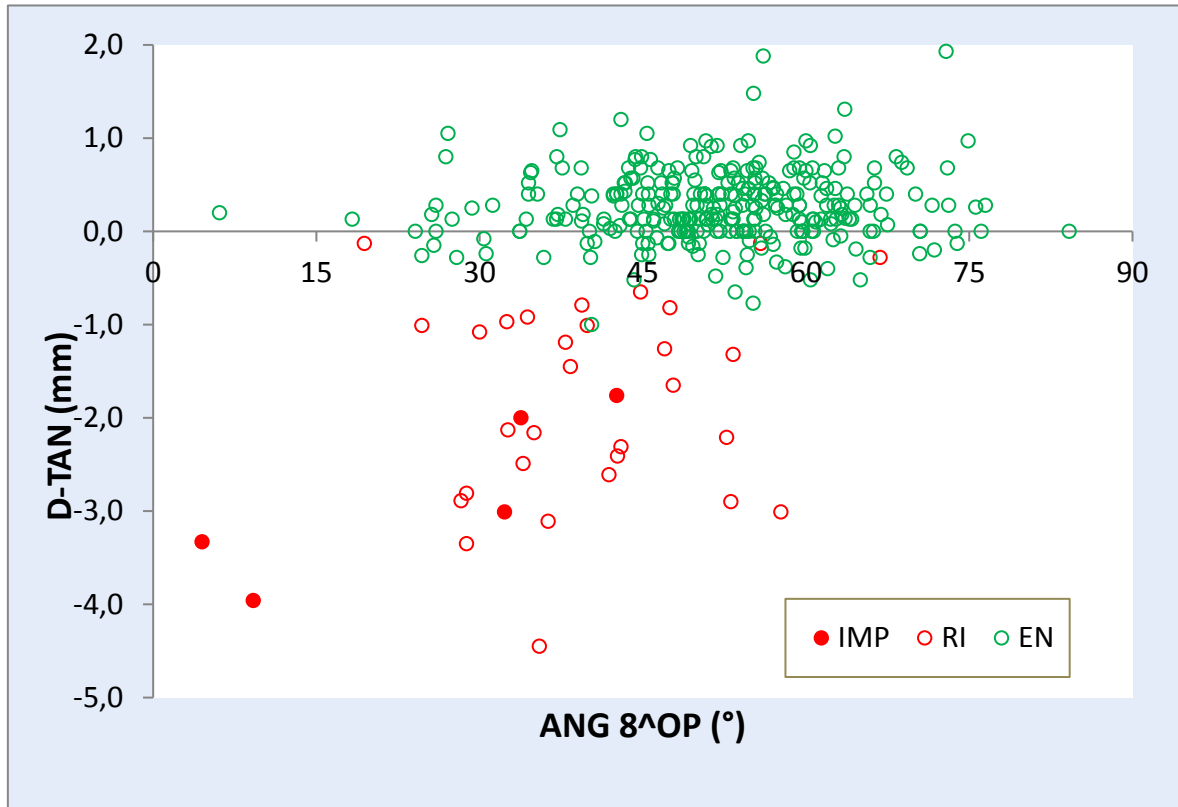


Fig. 28

Distancia entre molares (D-TAN) en relación con el ángulo del 3MM según grupo de riesgo de impactación.

Valoración del ángulo ANG-8^OP según grupo según grupo RI

Los valores medios de ANG-8^OP difirieron significativamente entre los grupos EN, RI e IMP (ANOVA: $p < 0,05$. Posteriormente, se compararon por parejas (test *post hoc* de Scheffé) resultando significativas las diferencias entre todos ellos.

Grupo	ANG-8^OP Media ± DE (mm)	Sig. (ANOVA)
EN	51,6 ± 10,9	2,4E-12
RI	40,3 ± 10,8	
IMP	24,5 ± 16,7	

Fig.29

Contraste entre medias de ANG-8^OP según grupo de riesgo de impactación. Para cada grupo: Media ± desviación estándar. Se muestra el resultado de la prueba (ANOVA: p-valor).

Discusión

Distintas hipótesis han sido propuestas para estudiar los factores asociados entre alteraciones esqueléticas, y la impactación del segundo molar mandibular.

Para poder valorar la impactación del 2 molar mandibular (2MM), autores tales como Cho et al (2008); Calasso et al. (2008); Carroccio et al. (2012); Enache (2012); Fu et al (2012); Cassetta et al. (2013); Cassetta et al. (2014); Espinal Botero (2014); Sandoval Vidal (2014); Alligri et al. (2015); Neychev et al. (2017); Janakiraman et al. (2017); Ramírez et al. (2017); David et al. (2017); DiBagno (2018); Ramírez (2018), una revisión de Sanaa Alami et al. (2019); Tamer et al. (2020); Turlley (2020); Kaur Sangha et al. (2021) coincidieron en utilizar como método diagnóstico la ortopantomografía, además de aplicar una metodología de trabajo, retrospectiva, descriptiva y observacional similar a la nuestra. También, los autores antes mencionados sostienen que el monitoreo con radiografías de seguimiento permite la intercepción oportuna del problema e implementación de un tratamiento adecuado o un correcto plan preventivo.

Para iniciar esta discusión se presenta **la prevalencia de la impactación** de los 2MM según los diferentes autores y nuestros hallazgos. En el año 2008, Cho et al. realizaron 3.053 registros e identificaron 32 casos de impactación de 2MM, con una prevalencia del 1% en niños chinos. Mientras que Shapira et al. (2011), encontraron que ciertas razas tienen una prevalencia de impactación más alta que otras; por ejemplo, 2,3% en las poblaciones chinas de América versus las poblaciones israelíes 1,4%. Según Enache et al. (2012) la impactación de los dientes es un desarrollo dental anormal y la impactación del 2MM tiene una incidencia de 0,05 a 2,3%. Para Fu et al. (2012) la prevalencia fue de 0,65%. En 2014, Cassetta evaluó n=3500 ortopantomografías de pacientes ortodóncicos, y observó n=48 de 2MM impactados, con la presencia del 3MM, obteniendo una prevalencia de 1,37%. También, Espinal Botero (2014), sobre una población n=442, encontró 48 pacientes con 2MM impactados, cuya prevalencia fue 10,8%. Para Sandoval Vidal et al. (2014), el objetivo fue determinar, sobre ortopantomografías, la frecuencia del 2MM permanente con probabilidad de impactación encontrando el 1,43% (n=30), en un grupo de 2095 pacientes, de ambos sexos, de Temuco Chile. En 2017 Neychev et al. evaluaron, durante 11 años, la incidencia de la impactación del 2MM y los métodos de tratamiento. Analizaron 962 pacientes de los cuales n=9 presentaron esta condición, lo que representa una prevalencia de 0,94%. En el mismo año, Janakiraman et al., concluyeron que la prevalencia de los 2MM que erupcionan en posición horizontal, hacia mesial, es del 2 al 3%. Así también, en 2017 Ramírez et al., encontraron una prevalencia de 0,35%, seleccionaron sólo impactaciones unilaterales. David P et al. (2017) obtuvieron

una prevalencia de impactación de 5,4 %. En 2018, DiBagno et al. han informado que la prevalencia de erupción ectópica y/o impactación de los 2MM oscila entre 0,3% y 2,3%. Ramírez (2018), detectó una prevalencia de 1,4%. En una revisión sistemática de Sanaa Alami et al. (2019) consideraron que la incidencia de la impactación 1eros y 2dos molares maxilares y mandibulares estaba entre 0 y 2,3%, siendo para los 2MM de 0,01%. Aliaga Rojas (2019), de 200 pacientes, seleccionó 111 ortopantomografías y observó la impactación de los 2MM en 11 casos que representaron el 9,9% de frecuencia. Sin embargo, el análisis reciente realizado por Tamer (2020), sostiene que la impactación del 2MM es poco frecuente, aunque con un rango de entre 0,06 a 0,3% en la población en general. Pero esta condición aumenta en pacientes ortodóncicos entre un 2 y 3%. Mientras que, Turlley (2020) en su evaluación de la impactación del 2MM, y Kaur Sangha et al. (2021) encontraron una prevalencia de 0,03 a 0,65%. También, consideran que esta condición va en aumento, producto de las terapias ortodóncicas que impiden el corrimiento mesial normal del 1er molar mandibular.

En los 200 pacientes incluidos en este estudio se examinaron un total de 400 2MM y se observó que 51/400 estaban impactados o con riesgo de impactación con una prevalencia del 12,75%.

-Con respecto a la **frecuencia de impactación unilateral o bilateral**, para Espinal Botero (2014) no se encontraron diferencias significativas en cuanto al lado de la impactación y al sexo. Para Enache et al. (2012), Shapira et al. (2011) y Cho et al. (2008), la impactación unilateral es más común que la bilateral y la frecuencia es mayor en el lado derecho que en el lado izquierdo. Para Espinal Botero prevaleció la impactación bilateral (80%). Del mismo modo que para Fu et al. (2012) cuyo estudio fue en 96 pacientes entre los cuales se encontraron 125 impactaciones de 2MM bilaterales. Cassetta et al. (2013), encontró 23 pacientes con impactación unilateral, observándose mayor incidencia en el lado derecho con 73,9%, mientras que en el lado izquierdo tan solo 26,1%. Del mismo modo Sandoval et al. (2014) concluye en su estudio que la probabilidad de impactación se presenta con mayor frecuencia en forma unilateral. Cassetta et al. (2014), observaron una impactación unilateral en 28 pacientes que corresponde al 48.3% y bilateral de 41.7% (n=20), con predominancia del lado derecho sobre el izquierdo. Igualmente, Shapira et al. (2011), observaron mayor impactación unilateral en pacientes israelíes con un total de 73% mientras que sólo un 27% fueron impactaciones bilaterales. Para David 2017, la impactación bilateral con inclinación mesial fue la más habitual, en cuanto a impactaciones unilaterales, con predominio del lado izquierdo. Para Aliaga Rojas (2019), la impactación de los 2°MM fue unilateral en su totalidad siendo el lado derecho el de mayor incidencia representado por un 72.7%, mientras que el del lado izquierdo fue de 27.3%.

En nuestro trabajo de un total de 51/400 se encontró que el 7,84% presentó un riesgo de impactación en ambos 2MM bilaterales y un 3,92% en forma unilateral.

-Las contribuciones científicas de Calasso et al. (2008); Carroccio et al. (2012); Cassetta et al. (2013), Alligri et al. (2015) han concluido que la **edad** del paciente es extremadamente importante, ya que el tiempo puede afectar la posibilidad de recuperar el diente. Sandoval Vidal (2014) obtuvo un promedio de edad de 10,8 años. Al igual que estos autores, coincidimos que la edad es un factor de riesgo, ya que a menor edad hay mayor riesgo de impactación, no sólo por el grado de significatividad de las correlaciones, sino también, porque este factor estaría asociado tanto a cambios morfológicos, en una etapa de crecimiento, como a procesos y mecanismos de ajuste natural, así, por ejemplo, la correlación entre la edad y D-TAN que resultó muy significativa ($p=1,9E-14$).

-Las diferencias entre **sexos** respecto al riesgo de impactación hallados en el presente trabajo, no resultaron significativas (Chi2 – Exacto de Fisher; $p=0,47$). y en la relación de los subgrupos **sexo-edad** se obtuvo, en niños y niñas de 10 años los valores más negativos de separación entre las tangentes de 2MM D-TAN, que se interpreta como un mayor riesgo de impactación. En cambio, para Espinal Botero (2014) el predominio de las impactaciones corresponde al sexo femenino en un 62,5% (30 mujeres sobre un total $n=48$ GP) con una edad promedio de 10.8 años, entre 6 y 16 años. Para Enache A et al. (2012); Shapira (2011) y Cho et al. (2008) en la impactación 2MM, observaron que los hombres fueron más afectados que las mujeres. En 2017 Neychev, evaluó $n=962$ pacientes, observando $n=9$ con MM2 impactados de los cuales 5 eran mujeres y 4 varones. Mientras que para Aliaga Rojas (2019), de los 11 casos de los 2MM, 54.5% correspondió al sexo masculino($n=6$) y 45.5% al sexo femenino($n=5$). Del mismo modo, Cassetta (2014) observó 48 sujetos con 48 MM2 impactados, 27 masculinos (56,25%) y 21 femeninos (43.75). Para Ramírez (2017), el lado de mayor impactación fue el derecho, no existiendo diferencias según sexo y coincidiendo con nuestros hallazgos.

-Con respecto a la valoración del ángulo entre los ejes longitudinales de los molares inferiores **ANG7^6**, teniendo en cuenta que a **mayor angulación** aumenta el riesgo de impactación (RI). La angulación, osciló entre 4,59° y 36,96°, siendo la media 14,43° y 13,75° para la mediana en el grupo de RI. Mientras que el grupo de erupción normal (EN) presentó un valor medio de 7,31°. Cabe destacar que estos parámetros son originales. Para Cho et al. (2008), el ángulo de los dientes impactados mesialmente varió de 13° a 75°. Aliaga Rojas (2019) midió un ángulo intermolar de 34.91°. Para Espinal Botero el ángulo del segundo molar fue determinado con la clasificación de Winter: Vertical,

Mesioangular, Distoangular, Horizontal, Invertido y lo relacionó con el eje longitudinal del 1° molar mandibular, sin expresar valores en grados, predominando la inclinación mesial, en un 76,6% de los casos. Según Fu et al (2012) la mayoría de los ángulos de segundos molares impactados fueron de 31° y 60°. Enache (2012) y otros autores Shapira 1988, Sawicka 2007, Cho 2008, Magnusson 2009, que realizaron una medición similar, encontraron que el exceso de espacio entre 1 y 2MM permite la inclinación mesial durante el desarrollo 2MM, generando la impactación y aumentando la angulación molar en 24° o más. Además, Cassetta 2013 valoró un mayor ángulo en la inclinación 2MM, definiéndolo como otro factor de riesgo ($P \leq 0.001$). También Sandoval Vidal (2014) midió el ángulo de inclinación entre el 1° y el 2MM y obtuvo un promedio de 27° del lado izquierdo y 26° del derecho y el ángulo entre el eje del 2MM y el plano oclusal es de 123°. David et al. (2017) encontró que la característica de impactación con inclinación mesial fue la más habitual, siendo el ángulo entre el 2MM y el plano oclusal de 94° a 112°.

-En esta investigación, la distancia entre las tangentes (**D -TAN**) de las caras distales y mesiales de 1 y 2MM, en los casos con distanciamiento entre molares igual o mayor a 0 mm representan el 87,3%, lo cual determina el total de 2MM erupcionados normalmente y/o sin riesgo de impactación. En tanto que las distancias inferiores a 0 mm representan un 8,13% de RI, con una media de -1,95mm en molares impactados o con alto riesgo de impactación en sus trayectorias eruptivas. No es posible discutir estos valores de riesgos, dado que no se encontró en la bibliografía autores que realizaran estas mediciones.

Los mejores indicadores para determinar el riesgo de impactación es la correlación entre el ángulo formado por los ejes longitudinales de los molares medidos en ortopantomografías (ANG-7⁶) y la distancia entre molares (D-TAN), obteniéndose el mayor grado de correlación ($p=1,4E-14$). Con respecto a la *Clasificación de riesgo de impactación*, **Elevado, Moderado y Bajo**, no se encontró en la bibliografía autores que hayan desarrollado una categorización de riesgo similar.

- De acuerdo con los resultados de esta investigación, se puede concluir que otros dos factores con mayor asociación de riesgo impactación son: en primer lugar, la rotación “positiva” de los primeros molares (Rot.6i) siendo mayoritarias en el grupo RI, que implican una rotación en sentido vestibular de la cara mesial y en sentido lingual de la cara distal de los primeros molares y en segundo término los desplazamientos dentarios. Con respecto a la evaluación de estas variables (rotación y desplazamientos dentarios), no se encontró en la bibliografía autores con quien compararlas.

- Otra de las variables analizadas como factor de riesgo de impactación, es el **apiñamiento** de los elementos anteroinferiores. Situación que también Cassetta et al. en

2013 observaron, siendo la presencia de apiñamiento, ($P \leq 0.001$), una de las variables con mayor significación estadística.

- En cuanto a las dimensiones transversales, en particular el ancho intervestibular de primeros premolares inferiores (Iv-4i), si bien no resultó significativo el efecto ($p=0.06$), se sugiere tener en cuenta que la tendencia a menores dimensiones transversales estaría asociada a un mayor riesgo de impactación. En relación con el análisis de las dimensiones transversales como factor de riesgo de impactación, no se hallaron análisis similares para entablar una discusión.

-El objetivo de Cassetta et al. (2014) fue analizar los **defectos esqueléticos** en pacientes con 2MM impactados y la presencia del tercer molar mandibular (3MM). Mediante **Análisis cefalométricos** de Björk-Jarabak concluyó que pacientes con 2MM impactados muestran una dirección de crecimiento condilar vertical, no siendo 3MM un factor de riesgo para la impactación del 2MM.

En el presente estudio, se valoró el **biotipo facial** y mediante una regresión logística, se demostró que los pacientes con un biotipo mesofacial, tienen menos posibilidad de presentar un 2MM impactado, apoyando la conclusión de Cassetta (2014), que los dolicofaciales, tienen mayor probabilidad de impactación.

-Para visualizar la importancia de los predictores evaluados dentro del modelo de regresión, queda claro que la **edad y la angulación** entre molares son los más relevantes, en tanto que los demás factores tienen un poder predictivo menor, aunque todos ellos suman para explicar una parte de la variabilidad de la respuesta de D-TAN.

-La relación entre distancia de las tangentes (D-TAN) y el ancho mesiodistal de cada uno de los molares: 1MM (6MD), 2MM(7MD) y 3MM(8MD) presenta una tendencia directa, a mayor distancia entre molares, mayor el ancho Mesiodistal, de 1MM, de 2MM y 3MM, verificándose correlación significativa entre estas variables (Corr. de Pearson: $p=4,4E-06$; $p < 0,05$). Los valores medios de ancho mesiodistal de los tres MM correspondientes al grupo con riesgo de impactación del 2MM (RI) resultaron significativamente menores que los del grupo de pacientes sin riesgo de impactación (EN). En concordancia con las apreciaciones de Bacetti 2000, quien identificó factores asociados a la impactación de 2MM, tales como rotaciones dentarias, ausencias de 2 premolar mandibular por agenesia, disminución en el diámetro mesiodistal de los dientes permanentes. Todo esto hace referencia a una disminución del tamaño de los arcos dentarios.

-Correlación entre D TAN y la distancia J-6´: en este trabajo resultó muy significativa la correlación entre la distancia de las tangentes (D-TAN) y la distancia J-6´. La tendencia fue directa, a menor separación entre molares, menor la distancia J-6´, con una media de 13,13mm (Ds± 1,03) similar al valor medio hallado por Sandoval Vidal (2014) de 13mm.

-Posición de los molares mandibulares según grupo de riesgo

Las posiciones del 2MM, en nuestra investigación, correspondientes al grupo de riesgo RI difirieron significativamente del grupo EN, predominando la traba mesial (51%) y la posición mesioangulada (25,5%) (Chi-cuadrado: $p=3,0E-61$, $p<<0,05$). Mientras que para David (2017) la más habitual fue la impactación bilateral con inclinación mesial.

También resultaron interesantes, en nuestro trabajo, las diferencias entre grupos al considerar el 3 MM, aunque estas diferencias no fueron tan manifiestas (Chi-cuadrado: $p=0,1$). Según Cassetta (2014), la presencia del tercer molar mandibular **no fue el único factor de riesgo**.

-Desarrollo según los estadios de Nolla de los molares mandibulares según grupo de riesgo

Los molares mandibulares 1MM, 2MM y 3MM correspondientes al grupo RI (RI: 7,12 Ds ± 1,12) registraron un **desarrollo significativamente menor** que los de erupción normal (EN: 9,10Ds ± 0,62). Mientras que para Alligri et al. (2015) no fueron estadísticamente significativas las diferencias de desarrollo entre el grupo problema y el grupo control.

-Relación entre la edad cronológica y la edad dentaria según Nolla.

En nuestro trabajo, la correlación entre la edad cronológica y la estimada a partir del método propuesto por Nolla, resultó muy significativa (Corr. de Pearson: $p= 2,3E-58$; $p<<0,05$). Por lo tanto, es conveniente utilizar la edad estimada por Nolla en reemplazo de la edad cronológica al igual que investigadores, como Galluccio (2015).

Conclusión

En el presente trabajo de Investigación se debe destacar el rigor científico, la selección de la población a estudiar y los métodos utilizados que nos permitieron confirmar la Hipótesis inicialmente elaborada y arribar a las siguientes conclusiones.

La **prevalencia de impactación** del 2MM es de 12,75%. Esta se obtuvo de encontrar 51MM impactados o con riesgo de impactación entre 400 MM que constituyeron la muestra.

El haber determinado las categorías de riesgo de impactación del 2MM a través del método empleado, es un aporte destacado de este trabajo. Prueba de ello, es que, al realizar un amplio estudio bibliográfico, no se encontró ningún autor que hubiera utilizado una categorización igual o similar. Por lo tanto, no se pudo discutir con otros autores la categorización surgida como resultado de este trabajo.

Las categorías de riesgo establecidas fueron:

Riesgo Elevado: Riesgo Impactación Elevado (RIE), aquellos casos con una distancia entre molares de -3 mm a -4,5 ($-3 \text{ mm} \leq \text{D-TAN} < -4.5 \text{ mm}$)

Riesgo moderado (RIM) aquellos casos con una distancia entre molares de -3 a -1,5mm ($-3 \text{ mm} \leq \text{D-TAN} < -1,5 \text{ mm}$).

Riesgo Bajo (RIB) aquellos casos con una distancia entre molares de -1,5 a 0,0mm ($-1,5 \text{ mm} \leq \text{D-TAN} < 0 \text{ mm}$). Recordando que cuanto más negativo es el valor D-TAN mayor será el riesgo de impactación.

Esta categorización permitirá, tanto al Odontólogo general como al especialista, valorar rápidamente la posible impactación del 2MM en la ortopantomografía, que se solicita como método diagnóstico de rutina.

Después de haber estudiado las distintas variables, los resultados que fueron estadísticamente significativos determinaron los siguientes factores de riesgo.

Por lo tanto, se considerará riesgo de impactación (RI), cuando el ángulo **ANG-7⁶**, presenta valores mayores a 12°. Otro valor de importancia, que complementa los anteriores resultados es la distancia **J6'** disminuida, con significación estadística, en los casos con riesgo de impactación (RI).

Otro factor de riesgo importante que se encontró en los resultados fue la presencia de desplazamientos dentarios, y dientes con menor grado de desarrollo según la tabla de Nolla.

Los resultados obtenidos, nos llevan a considerar, que una maloclusión en el sector anterior o lateral de las arcadas dentarias en un niño con dentición mixta puede complicar la posición y erupción de los molares inferiores.

Otros factores tales como edad, ancho mesiodistal de caninos (MD-3i), y rotación de primeros molares mandibulares (Rot.6i) mostraron significaciones estadísticas en las diferentes categorías de riesgo (RI).

En el grupo de erupción normal al considerar, las características craneofaciales, se mostró una tendencia en el biotipo Mesofacial en el sexo masculino y el grupo RI, presentó una tendencia al biotipo Dólicofacial y con una prevalencia en el sexo femenino. Esto se debe a un factor intrínseco de cada individuo, que determinan patrones de crecimiento y desarrollo individuales, que también consideramos en nuestro diagnóstico. Se demostró que un individuo mesofacial tiene menos posibilidades de presentar un 2MM impactado o con riesgo de impactación, apoyando la conclusión de Cassetta et al. 2014 que los individuos con 2MM impactados presentaban una dirección de crecimiento condilar vertical.

Teniendo en cuenta los pilares de la Prevención, un diagnóstico temprano, es conveniente en el proceso de erupción del 2MM, porque podría reducir el riesgo de impactación o la dificultad y complejidad del tratamiento. La tardía detección de la impactación del 2MM hará más difícil y extenso el tratamiento, por lo que podemos afirmar que nuestro aporte permite realizar un diagnóstico temprano en el sector posterior del arco dentario mandibular.

Por esto, es imprescindible y rigurosamente necesario, insistir en un diagnóstico precoz, integral e interdisciplinario. El seguimiento clínico, radiográfico mediante la ortopantomografía y el análisis tridimensional de los modelos dentales, permitirán detectar precozmente los factores de riesgo de impactación de los segundos molares mandibulares permanentes y tomar medidas preventivas para evitar tratamientos de mayor complejidad.

Bibliografía

- Alberto, P. (2020) *Surgical Exposure of Impacted Teeth*. Oral and maxillofacial surgery clinics of North America, 32(4),561–570.
<https://doi.org/10.1016/j.coms.2020.07.008>.
- Aliaga Rojas, J. (2019) Tesis doctoral *Caracterización de la impactación de segundos molares mandibulares permanentes en pacientes atendidos en la clínica docente odontológica de la Universidad Privada Juan Pablo II*. Lima – Perú.
- Alligri, F., Putrino, A., Cassetta, M., Silvestri, A., Barbato, E., Galluccio, G. (2015) “*The Mandibular permanent second molars and their risk of impaction: a retrospective study*” European Journal of Pediatric Dentistry vol. 16/3.
- Altieri, F., Guarnieri, R., Mezio, M., Padalino, G., Cipollone, A., Barbato, E., Cassetta, M. (2020) *Uprighting impacted mandibular second molar using a skeletal Anchorage: A case Report*. Dentistry Journal,8 ;129.
- Andreasen, J., Kuroi, J. (1977) *The impacted first and second molar*. Andreasen JO, Petersen JK LD, eds. Textbook and color atlas of tooth impactions. Copenhagen: Munksgaard; 197-218.
- Baik, U., Kim, M., Yoon, K., Kook, Y., Park, J. (2019) *Orthodontic uprighting of a horizontally impacted third molar and protraction of mandibular second and third molars into the missing first molar space for a patient with posterior crossbites*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics August, Vol 156 _ Issue 2.
- Baccetti T. (2000) *Tooth anomalies associated with failure of eruption of first and second permanent molars*. The University of Florence, Italy. Copyright © 2000 by the American Association of Orthodontists. doi:10.1067/mod2000.97938.
- Barahona, J., Benavides, J. (2006) *Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico*. Rev Cient Odontol.; 2(1): 11-27.
- Bishara SE, Ortho D, Burkey PS. (1986) *Second molar extractions: a review*. Am J Orthod; 89: 415-24.
- Binner Beक्टर K, Bangstrup Ingemann M, Rolling S, Kjaer I. (2002) *Unilateral primary or secondary retention of permanent teeth, and dental malformations*. European Journal of Orthodontics,24,305-314.

- Bondemark L, Tsiopa J. (2007) *Prevalence of ectopic, impaction, retention and agenesis of the permanent second molar*. Angle Orthodontist, Vol 77, 5.
- Bordoni N, Escobar Rojas A, Castillo Mercado R. (2010) “*Odontología Pediátrica: la salud del niño y el adolescente en el mundo actual*” .1º Edición Buenos Aires: Médica Panamericana;1, 30-45.
- Brodie A (1974). *Emerging concepts of facial growth*. Angle of Orthodontics 41: 103-118.
- Canut Brusola, J. (2001) *Ortodoncia Clínica y Terapéutica. Aparato estomatológico: diseño biomecánico*. 2º edición Ed. Masson Barcelona, España, 2;17-25.
- Canut Brusola, J. (2001) *Ortodoncia Clínica y Terapéutica. Fisiopatología de la erupción*. 2º edición Ed. Masson Barcelona, España, 3;25-43.
- Cassetta, M., Altieri, F., & Calasso, S. (2014) *Etiological factors in second mandibular molar impaction*. Journal of clinical and experimental dentistry, 6(2), e150–e154. <https://doi.org/10.4317/jced.51382>.
- Cassetta, M., Altieri, F., Di Mambro, A., Galluccio, G., & Barbato, E. (2013) *Impaction of permanent mandibular second molar: a retrospective study*. Medicina oral, patología oral y cirugía bucal, 18(4), e564–e568. <https://doi.org/10.4317/medoral.18869>
- Cho, S., Yung K., Chu V., Chan J. (2008) *Impaction of Permanent Mandibular Second Molars in Ethnic Chinese Schoolchildren*. JCDA • www.cda-adc.ca/jcda July/August, Vol. 74, No. 6.
- Demirjian, H., Goldsteine, H., Tanner, J. (1973) *A new system of dental Age assessment*. Human Biology.; 45(2):211–7.
- DiBagno, D., Busch, S., Rinchuse, D. (2015) *Uprighting impacted mandibular second molars using NiTiWire*. April by Orthodontics Practice. Vol 6 n 2 40-45.
- Enache, A., Nicolescu, I., Georgescu, C. (2012) *Mandibular second molar impaction treatment using skeletal anchorage*. Rom J Morphol Embryol. Vol 53, 4 1107-10.
- Escriván de Saturno, L. (2014) *Tratamiento temprano versus tardío. Ortodoncia en dentición mixta: diagnóstico y tratamiento*. ISBN-13 978-9588760537 Ed. Amolca. 2; 66-67.

- Espinal-Botero,G.,Cobollo,L.,Mesa,N.,Montoya,M.,Mosquera,A.,Vásquez,Y(2014) *Frecuencia de la impactación de segundos molares en pacientes de 6 a 16 años*. Rev Nac Odontol.10(19):31-34.doi: <http://dx.doi.org/10.16925/od.v10i19.845>.
- Evans R. (1988) *Incidence of lower second permanent molar impaction*. British journal of orthodontics, 15(3), 199–203. <https://doi.org/10.1179/bjo.15.3.199>.
- Fried K (1971) *Palate-Tongue Relativity*. The Angle of Orthodontist 41: 308-23.
- Fu, P., Wang, J., Wu, Y., Huang, T., Chen, W., Tseng, Y., Tseng, C., & Hung,C. (2012) *Impacted mandibular second molars*. The Angle orthodontist, 82(4), 670–675. <https://doi.org/10.2319/102111-656.1>
- García-Calderón M., Torres-Lagares D., González-Martín M,Gutiérrez-Pérez, JL. (2005) *Rescue surgery (surgical repositioning) of impacted lower second molars*. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 10:448-5.
- Gómez de Ferraris, M E., Campos Muñoz A,. (2009) *“Histología y Embriología Bucodental”*. 4º edición Editorial Panamericana 14 ,352-355; 15,396-414.
- Göran Koch, Sven Poulsen. (2011) *Odontopediatría Abordaje clínico Segunda edición*. Editorial AMOLCA 15 ,197-211.
- González Carfora, A., Teixeira González, V., Medina Díaz, A. (2020) *Comparación de diversos métodos de estimación de edad dental aplicados por residentes de Postgrado de Odontopediatría*. Revista de Odontopediatría Latinoamericana. Vol 10, 1: 36-53.
- González-Martínez, M., Guerrero-Castellón, M., Gutiérrez-Rojo, J. (2017) *Métodos de estimación de la edad dental*. Revisión bibliográfica Rev Tamé; 6 (16): 589-593.
- Graber, T., Vanarsdall, J., Vig, K. (2006) *Guía interceptiva de la oclusión con énfasis en el diagnóstico*. En: *Ortodoncia: Principios y técnicas actuales*. Cuarta Edición. Editorial Elsevier .405-489.
- Gregoret,J. (1997) *Instrumentación de la cefalometría estática lateral*. En: *Ortodoncia y cirugía ortognática, diagnóstico y planificación*. Barcelona. Ed. Espaxs S.A. 227-238

- Hale, M. (1954) *Autogenous transplants*. Journal of the American Dental Association (1939), 49(2),193–198. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1954.0147>.
- Jacob, H., LeMert, S., Alexander, R., Buschang, P. (2014) *Second molar impaction associated with lip bumper therapy*. Dental Press J Orthod. 19(6):99-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2176-9451.19.6.099-104.oar>
- Janakiraman, N., Hakami, Z., & Uribe, F. A. (2017) *An Efficient and Effective Technique for Uprighting Mesially Erupting Lower Second Molars*. Journal of clinical orthodontics : JCO, 51(3), 179–180.
- Kaur Sangha, T., Kaur Sangha,S., Hanna, B., Tayab, T., Padala, S. (2021) *Literature Review. Surgical uprighting of impacted mandibular second molar: a narrative review*. J Oral Med Oral Surg;27:28, 1-8.
- Kim, K., Park, J., Kim, M., Jang, H., Chae, J. (2019) *Posterior Available Space for Uprighting Horizontally Impacted Mandibular Second Molars Using Orthodontic Microimplant Anchorage*. J Clin Pediatr Dent.;43(1):56-63. doi: 10.17796/1053-4625-43.1.11. PMID: 30289367.
- Magnusson, C., Kjellberg, H. (2009) *Impaction and retention of second molars: diagnosis, treatment and outcome. A retrospective follow-up study*. Angle Orthod. May;79(3):422-7. doi: 10.2319/021908-97.1. PMID: 19413377.
- McDonald R; Avery D, Dean J. (2014) *Erupción dental: factores locales, sistémicos y congénitos que influyen en el proceso*. En: Odontología para el niño y el Adolescente de McDonald y Avery. Novena edición Ed. Almoca. 9; 150-176.
- Moss, M. (1981) *Genetics epigenetics and causation*. American Journal of Orthodontics 80: 366-375.
- Moss, M. (1997) *The functional matrix hypothesis revisited.3. The genomic thesis*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 112, pp. 338-42.
- Moss, M. (1997) *The functional matrix hypothesis revisited. 4. The epigenetic antithesis and the resolving synthesis*. Am J Orthod Dentofacial Orthop. Oct;112(4):410-7. doi: 10.1016/s0889-5406(97)70049-0. PMID: 9345153.

- Moyers, R. (1992) *Conceptos básicos de crecimiento y desarrollo. Crecimiento del esqueleto craneofacial. "Manual de Ortodoncia"*. Editorial Panamericana 4ta. Edición, 6-17, 37-47.
- Neychev, D., Chenchev, I., Atanasov, D. (2017) *Mandibular second molar impaction literature review and case reports*. Scripta Scientifica Medicinae Dent 73. Medical 3, No 1, 70-73. Medical University of Varna.
- Nolla, C. (1960) *The development of the permanent teeth*. J. Dent. Child., 27:254-66.
- Oliver, R. G., Richmond, S., & Hunter, B. (1986) *Submerged permanent molars: four case reports*. British dental journal, 160(4), 128–130.
<https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4805789>.
- Owen AH. (1998) *Early surgical management of impacted mandibular second molar*. J Clin Orthod.32: 7; 446-450.
- Peddu, R., Nuvusetty, B., Dokku, A., Devikanth, L. (2018) *Orthodontic uprighting of severely impacted mandibular permanent second molar with TMA spring*. Journal of Dr. NTR University of Health Sciences,7;4,276-80.
- Prashanth I., Dharma R., Akshai Shetty K. (2010) *Molar Uprighting simplified*. Int J Contemp Dent;1,43-46.
- Proffit, W., Fields, H., Sarver, D., Ackerman J. (2014) *Fases iniciales del desarrollo. En Ortodoncia contemporánea*. Quinta edición. Travessera de Gracia. Elsevier España, S.L. Barcelona, 66-91.
- Proffit, W., Fields, H., Sarver, D., Ackerman J. (2014) *Etiología de los problemas ortodóncicos. En Ortodoncia contemporánea*. Quinta edición. Travessera de Gracia. Elsevier España, S.L. Barcelona, 114-146.
- Proffit, W., Fields, H., Sarver, D., Ackerman J. (2014) *Problemas no esqueléticos complejos en niños preadolescentes: tratamiento preventivo y de intercepción. En Ortodoncia contemporánea*. Quinta edición. Travessera de Gracia. Elsevier España, S.L. Barcelona, 446-471.
- Raghoobar, G., Boering, G., Jansen, H., Vissink, A. (1989) *Secondary retention of permanent molars: a histologic study*. J Oral Pathol Med; 18: 427-31.

- Raghoobar, G., Boering, G., Vissink, A. (1991) *Clinical, radiographic and histological characteristics of secondary retention of permanent molars*. J Dent; 19: 164-70.
- Rakosi, T., Jonas, I. (1992) *Factor determinante del crecimiento. Desarrollo del esqueleto de la cara. Atlas de Ortopedia Maxilar: Diagnóstico*. Editorial Masson-Salvat Odontología. 6-33.
- Ramírez Juan de Dios, M., Hernández Girón, F., Meléndez Ramírez, A. (2018) *Prevalencia de segundos molares permanentes impactados*. Revista Mexicana de Ortodoncia. Vol. 6; 3, 151-156.
- Rasmussen, C., Zhu, P., Lohse, C., Volz, J., Salinas, T. (2019) *Use of the Wala ridge to evaluate mandibular molar inclination measured to American Borad of Orthodontics standars*. Journal of de Federation of Ortohodontists.
- Reddy, S., Uloopi, K., Vinay, C., & Subba Reddy, V. (2008) *Orthodontic uprighting of impacted mandibular permanent second molar: a case report*. Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 26(1), 29–31. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.40319>.
- Reid, DJ. (1954) *Incomplete eruption of the first permanent molar in two generations of the same family*. Br Dent J; 96: 272-3.
- Reynolds, L. (1976) *Uprighting lower molar teeth*. British Journal of Orthodontics 3: 45-51.
- Sanaa Alami, Hakima Aghoutan, Meriem Bellamine, Farid El Quars. (2019) *Impacted first and second permanent molars: Overview*. IntechOpen 1-25.
- Sandoval Vidal, P., Bizcar Mercado, B. (2014) *Probabilidades de retención de segundos molares permanentes mandibulares. (Estudio Piloto)* Odontoestomatología Vol. XVI.Nº24/ Nov.
- Santana L, Avelar K, Marques L. (2021) *Association between arch perimeter management and the occurrence of mandibular second molar eruption disturbances*. Angle Orthod. Jul 1;91(4):544-554. doi: 10.2319/091720-799.1. PMID: 33587114; PMCID: PMC8259765.
- Sawicka, M., Racka-Pilszak, B., Rosnowska-Mazurkiewicz, A. (2007) *Uprighting partially impacted permanent second molars*. Angle Orthodontist; 77:148-154.

- Scott J. (1969) *The doctrine of functional matrices*. American Journal of Orthodontics 56: 38-44.
- Shapira, Y., Finkelstein,T., Shpack,C., Yon, H., Lai,D., Mladen, M. Kuftinec,E , Vardimonf. (2011) *Mandibular second molar impaction. Part I: Genetic traits and characteristics*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 140:32-37.
- Shipper, G., Thomadakis, G. (2003) *Bone regeneration after surgical repositioning of impacted mandibular second molars: a case report*. Dent Traumatol 19:109-114.
- Srinivasan, M., Poorni, S., Venkatesh, A., Vasanthi, B. (2016) *Prevalence of impacted permanent mandibular second molars in South Indian population: A cross-sectional study*. Indian J Dent Res 2016 27:540-543. Available from: <http://www.ijdr.in/text.asp?2016/27/5/540/195645>.
- Tamer, I., Oztas, E., Marsan, G. (2020) *Review. Up-To-Date Approach in the treatment of impacted mandibular molars: A literature Review*. Turk J Orthod 33(3):183-91.
- Terry, B., Hegtvedt, A. (1993) *Self-stabilizing approach to surgical uprighting of the mandibular second molar*. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology, 75(6),674–676. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(93\)90420-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(93)90420-9)
- Tinerfe,T., Blakey, G. (2000) *Oral and maxillofacial surgery*. Philadelphia: Saunders; 308-16
- Turley P. (2020) *The manage of mesially inclined/ impacted mandibular permanent second molar*. Journal of the Federation of Orthodontists 9 S 45.S53.
- Valmaseda-Castellon,E.,De-la-Rosa-Gay,C.,Gay-Escoda,C.(1999)*Eruption disturbances of the first and second permanent molars: results of treatment in 43 cases*. Am J Orthod Dentofacial Orthop; 116: 651-8.
- van Limborgh, J. (1970) *A new view of the control of the morphogenesis of the skull*. Acta Morphol Neerl Scand. Nov;8(2):143-60. PMID: 5492428.
- Vargas del Valle, P., Piñeiro Becerra, M., Palomino Montenegro, H., Torres-Quintana, M. (2010) *Factores modificantes del movimiento dentario ortodóncico*. Avances en Odontoestomatología 26(1) 45-52.

- Varpio, M., Wellfelt, B. (1988) *Disturbed eruption of the lower second molar: clinical appearance, prevalence and etiology*. ASDC J Dent Child; 55: 114-8.