

Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Odontología
Departamento Estomatología IV



Repercusiones sobre el hueso
alveolar del tratamiento ortodóncico
de baja fricción (Damon®).
Estudio Clínico Retrospectivo

MÁSTER CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

AUTOR: ENRIQUE PLATA REGUERA

DIRECTORA: DRA. M^a CONCEPCIÓN MARTÍN ÁLVARO

ÍNDICE

I.	Introducción	5
	I.1 Efecto de la Ortodoncia sobre el Hueso Alveolar	5
	I.2 Tomografía de Haz Cónico (Cone Beam Computed Tomography)	9
II.	Justificación	14
III.	Objetivos	17
IV.	Hipótesis de Trabajo	18
V.	Material y Método	19
	V.1. Prueba de precisión del CBCT.	20
	V.1.1. Mediciones	21
	V.1.2. Análisis estadístico	21
	V.2 Efecto de la ortodoncia sobre el hueso alveolar y su relación con la raíz dental.	22
	V.2.1. Población de Estudio	22
	V.2.2. Estudio Radiográfico	23
	V.2.3. Estudio Cefalométrico	25
	V.2.4. Estudio Fotográfico y de Modelos	26
	V.2.5. Análisis Estadístico	27
VI.	Resultados	31
	VI.1. Precisión del CBCT.	33
	VI.2. Efecto de la ortodoncia sobre el hueso alveolar y su relación con la raíz dental.	34
	VI.2.1. Estadística Descriptiva	34
	VI.2.2. Estadística Analítica.	38
VII.	Discusión	53
	VII.1. Selección de la muestra.	53
	VII.2. Selección de la técnica. Precisión del CBCT.	54
	VII.3. Análisis de Datos.	57

VII.3.1. Dehiscencias.	57
VII.3.2. Fenestraciones	59
VII.3.3. Biotipo Periodontal	60
VII.3.4. Factores Ortodóncicos	61
VII.3.5. Repercusiones sobre los tejidos gingivales.	65
VIII. Conclusiones	68
IX. Bibliografía	70

I. Introducción

I.1 Efecto de la Ortodoncia sobre el Hueso Alveolar

Entre 1975 y 1986 se llevaron a cabo múltiples experimentos animales, en ellos se demostró que cuando se mueve un diente en dirección vestibular, hacia la cortical del hueso alveolar y a través de ella, no se forma hueso por vestibular de la raíz (G. Steiner & J. Pearson 1981; Karring et al. 1982; Wennström 1987; Wennström et al. 1987; Löst 1984; Thilander et al. 1983; ISRAEL 1978; Weisgold 1977; Zachrisson & Alanaes 1974; Davies et al. 1974; Ochsenbein 1969; L. E. Pearson 1968) y tras el adelgazamiento de la cortical ósea aparece una dehiscencia. Parece lógico pensar que la terapia ortodóncica curse con un detrimento del estado periodontal debido a la necesidad de alinear los dientes sobre unas bases óseas limitadas favoreciendo la formación de dehiscencias y de fenestraciones del marco óseo que rodea a la raíz dental.

Sin embargo, la reubicación ortodóncica de dichos dientes aporta la posibilidad de reparación de la cortical ósea y del tejido blando, aunque no siempre es una constante (G. Steiner & J. Pearson 1981; Thilander et al. 1983).

Según la definición descrita en por Jan Lindhe y cols.(2008) una dehiscencia se define como la falta de recubrimiento óseo en la porción coronal de la raíz. Mientras que en las fenestraciones, existe un defecto óseo que deja expuesta la raíz manteniendo la parte más coronal de hueso (Fig. 1).



Fig.1 Las dos imágenes de la izquierda muestran ejemplo de una fenestración ósea, las fotos de la derecha muestran dehiscencias.

Las teorías sobre la génesis de dichas alteraciones del marco óseo radicular son múltiples, en muchos casos se han asociado a tratamientos ortodóncicos, sobrecargar oclusal, prominencia radicular, biotipo periodontal, tamaño y posición dental. Algunos trabajos como el de Rupprecht y cols. tras el análisis de 146 calaveras desecadas y 3315 dientes no encontraron relación entre el desgaste oclusal o la prominencia radicular con estas lesiones, mientras que sí encontraron relación entre las lesiones y el grosor del hueso alveolar.

Podemos pensar que la falta de hueso por vestibular de la raíz dental sea un factor que favorezca o predisponga la generación de una recesión gingival. Las recesiones tiene dos orígenes epidemiológicos definidos (Lindhe et al. 2008), según las causas y condiciones que las producen. Se definen como factores predisponentes todas aquellas condiciones anatómicas y/o fisiológicas del individuo que pueden contribuir al desarrollo de una recesión. Por otro lado, existen los factores precipitantes o también llamados desencadenantes, que son sucesos que iniciarían el desarrollo de una recesión gingival, ayudados o no por los factores predisponentes (tabla 1).

Factores Predisponentes	Factores Precipitantes
Edad	Inflamación gingival
Dehiscencias y fenestraciones óseas	Cepillado traumático
Corticales delgadas (biotipo gingival fino)	Enfermedad periodontal
Malposición dentaria (vestibulizaciones)	Laceraciones o traumatismos
Inserción alta de frenillos o músculos	Obturaciones o prótesis desbordantes
Ausencia de encía queratinizada	Hábitos lesivos
Trauma oclusal	
Movilidad dentaria	

Tabla 1. Factores predisponentes y precipitantes en el desarrollo de recesiones.

La repercusión clínica de dichas alteraciones es cuestionable (Vasconcelos et al. 2012). Ciertas evaluaciones realizadas a largo plazo no muestran diferencias discernibles que afecten a la salud periodontal entre pacientes que han sido sometidos a un tratamiento ortodóncico y aquellos que no (Polson et al. 1988; Årtun & Grobety 2001).

Hoy en día, creemos que, debido a la diferencia existente entre las cada vez más diversas técnicas, tecnologías, materiales y filosofías de tratamiento, los resultados de dichos estudios no puedan ser extrapolados de forma genérica a todos los tratamientos ortodóncicos.

Por ejemplo, gracias al empleo de nuevas tecnologías y nuevos materiales, las filosofías basadas en aparatologías de baja fricción como la aparatología Damon® reducen de manera importante el número de extracciones en nuestros tratamientos modificando por completo los límites establecidos en los tratamientos tradicionales (DiBiase et al. 2011; Kaklamanos & Athanasiou 2011; Fleming et al. 2010; Chen et al. 2010; Brezniak et al. 2010; Pandis et al. 2010).

Por otro lado, todos los pacientes no presentan características periodontales similares. La primera descripción de las diferencias entre los tejidos blandos fue propuesta por Ochsenbein & Ross en el año 1969 (Ochsenbein 1969) y revisada por Weisgold en 1977 (Weisgold 1977). Dichos investigadores definieron dos tipos de tejidos: fino/festoneado y rectilíneo/grueso (tabla 2). La metodología utilizada para proponer esa clasificación fue el análisis de agrupamiento, una herramienta de la estadística en que se observan e identifican características comunes separando grupos según las semejanzas y las diferencias. En ese contexto, las características gingivales (espesor gingival, cantidad de encía queratinizada, altura/ancho de la papila interdental), volumen de hueso alveolar

subyacente y característica de los dientes (forma, proporción, posición del punto de contacto) se usan para categorizar los biotipos tisulares. Todas esas características parecen determinarse genéticamente, no obstante, Müller & Eger (H. Müller 1997; H. Müller et al. 2000; H. Müller 2005) señalaron que el espesor gingival depende principalmente de las variaciones de las características dentarias. Esto es, del tipo de diente (proporción corona-raíz) y de su posición en la arcada, aunque los autores admitan gran variabilidad intra- e interindividual. En un trabajo de revisión (H.-P. Müller & Eger 2002) estos mismos autores determinaron que la altura de la encía queratinizada sufre la influencia de la altura de hueso alveolar, la dimensión vertical del paciente y varía en función de la posición de los dientes en el arco, adquiriendo su altura máxima en incisivos centrales superiores y mínima en caninos, lo que justifica la mayor incidencia de recesiones en esos dientes. Wennstrom y cols. (Wennström et al. 1987) no encontraron relación entre la altura de la encía queratinizada y la tendencia al desarrollo de recesiones gingivales durante el movimiento dentario hacia vestibular. En cambio, el espesor o volumen sería determinante para la generación de recesiones gingivales durante el tratamiento de ortodoncia.

RECTILÍNEO / GRUESO	FESTONEADO / FINO
Tejido blando denso y fibroso	Tejido blando delgado
Banda ancha de tejido queratinizado	Banda reducida de tejido queratinizado
Papilas cortas y anchas	Papilas largas y estrechas
Áreas de contacto en tercios medio y cervical	Punto de contacto en tercio incisal
Diente cuadrados	Dientes triangulares
Hueso subyacente plano y grueso	Hueso subyacente fino y festoneado

Tabla 2. Tipos de tejidos blandos

Quizá éstas nuevas tecnologías terapéuticas, nuevos materiales y los diferentes fenotipo periodontales nos obliguen a buscar una herramienta diagnóstica que nos ayude a conocer el estado del periodonto que recubre la raíz, el marco óseo que la engloba y su morfología para reconocer cuales son sus límites y cuando no debemos sobrepasarlos (Patcas et al. 2012; Evangelista et al. 2010; Kaklamanos & Athanasiou 2011; DiBiase et al. 2011).

I.2 Tomografía de Haz Cónico (Cone Beam Computed

Tomography)

La tecnología CBCT nos permite obtener finos cortes de imágenes tomográficas en cualquier dirección y por tanto estudiar y analizar el estado del hueso periradicular, en superficies no visibles en radiografías convencionales. Es por ello que la utilización de tomografía de haz cónico como herramienta diagnóstica en tratamientos de ortodoncia ya sea con fines cefalométricos, quirúrgicos (cirugía ortognática (Veli et al. 2011), cirugía implantológica (Arisan et al. 2010) o reconstructiva y cirugía mínimamente invasiva (Patel et al. 2009)), ortodóncicos (dientes retenidos o incluidos (Alqerban et al. 2011; Alqerban et al. 2009; Larson 2012), colocación de mini-implantes (Qiu et al. 2012; Baumgaertel et al. 2009) o miniplacas (Heymann et al. 2010)) es cada vez más habitual (Merrett et al. 2009; Quintero et al. 1999). Incluso no sólo como herramienta auxiliar sino ya en muchos casos como herramienta rutinaria. Para nosotros los ortodoncistas, uno de los grandes potenciales de esta herramienta es que nos permite conocer de una forma no invasiva el grosor y estado del hueso vestibular y de la raíz con respecto a éste y por tanto, permitirnos tomar ciertas decisiones terapéuticas (Patcas et al. 2012), como prescripción del torque de nuestra aparatología o la capacidad de compensación dentoalveolar en cada caso concreto y valorar sus riesgos para evitar o prever posibles daños que pueda ocasionar nuestra terapéutica (Merrett et al. 2009).

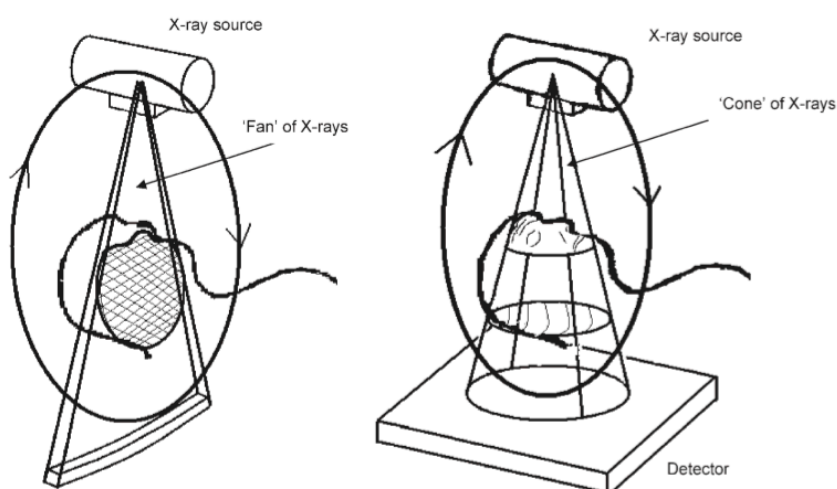
El primer prototipo de un dispositivo de tomografía fue descrito por Sir Godfrey Hounsfield en 1967. Esa primera generación se basaba en un haz laminar dinámico que giraba alrededor del sujeto y mostraba únicamente una capa o "rodaja" del sujeto expuesto.

En la segunda generación de dispositivos, se incorporaron varios detectores en el plano de la exploración. Sin embargo, estos detectores no eran continuos, ni abarcaban todo el diámetro del sujeto a explorar. En la tercera generación se incorporan detectores más largos que rodeaban casi por completo al sujeto, estos anillos evitaban la necesidad de que el haz tuviera que desplazarse circularmente, sin embargo, generaban distorsiones tridimensionales y sombras en ciertas regiones anatómicas. Como consecuencia de estas desventajas se desarrolló la cuarta generación de dispositivos. En estos dispositivos se combinó la utilización de un detector circular y un haz móvil. La quinta y sexta generación se desarrollaron con el objetivo de reducir la dispersión y el movimiento de la imagen. Para ello, éstos dispositivos realizan múltiples disparos para que de esa forma la radiación sea producida en el punto en que el electrón golpea al ánodo y cuyo resultado es una fuente de rayos X que rota alrededor del paciente sin componente de translación.

El primer dispositivo de utilización dental fue el Newton 9000, cuyos inventores Tacconi y Mozzo (Verona, Italia) solicitaron la patente en el año 1995. En 2001 la Federación Dental Americana autoriza su comercialización en Estados Unidos. Y el primer aparato instalado en Europa fue instalado en el año 2001 en la Universidad de Loma Linda.

A diferencia de los escáneres computerizados, los dispositivos de haz cónico (CBCT) generan un haz no laminar que abarca todo el campo de interés y eso le permite obtener imágenes completas con una única rotación (Fig. 2).

Fig.2 A la izquierda representación de haz laminar de un dispositivo de tomografía convencional. A la derecha representación del haz cónico de un dispositivo CBCT. Se puede apreciar como con una única rotación se puede capturar todo el área deseada. (Diagrama tomado de Mara A. y cols 2012).



El panel captador de los dispositivos CBCT se componen de una serie de detectores de rayos X (en nuestro caso concreto 608 x 608) que realiza un movimiento rotacional sobre la zona a examinar. Durante la rotación la emisión de rayos X puede ser continua o pulsátil, en ambos casos, genera una gran cantidad de imágenes bidimensionales y éstas proyecciones bidimensionales son reconstruidas tridimensionalmente por un procesador de imágenes informático mediante un procedimiento que se conoce como "reconstrucción de haz cónica" o "reconstrucción multiplanar"(Lund et al. 2009) (Fig. 3).

Una vez los datos la imagen se ha generado, puede visualizarse en 2 dimensiones (reformateado multiplanar) o en 3D (también conocido como reconstrucción volumétrica) (Scarfe et al. 2006).

A la hora de conocer las características de todo dispositivo de CBCT debemos tener en consideración una serie de conceptos que afectan a la precisión de los distintos escáneres (tabla 3).

1) Voxel: es la unidad mínima que registra un dispositivo CBCT, sería el equivalente tridimensional al pixel de una pantalla de ordenador, al igual que los pixels sólo pueden emitir un color dentro de la escala de colores disponible, cada voxel sólo puede emitir una densidad dentro de una escala de grises (equivalentes a las distintas densidades). No todos los voxels miden lo mismo, normalmente se nombran refiriéndose al tamaño tridimensional (0,2 x 0,2 x 0,2 mm por ejemplo).

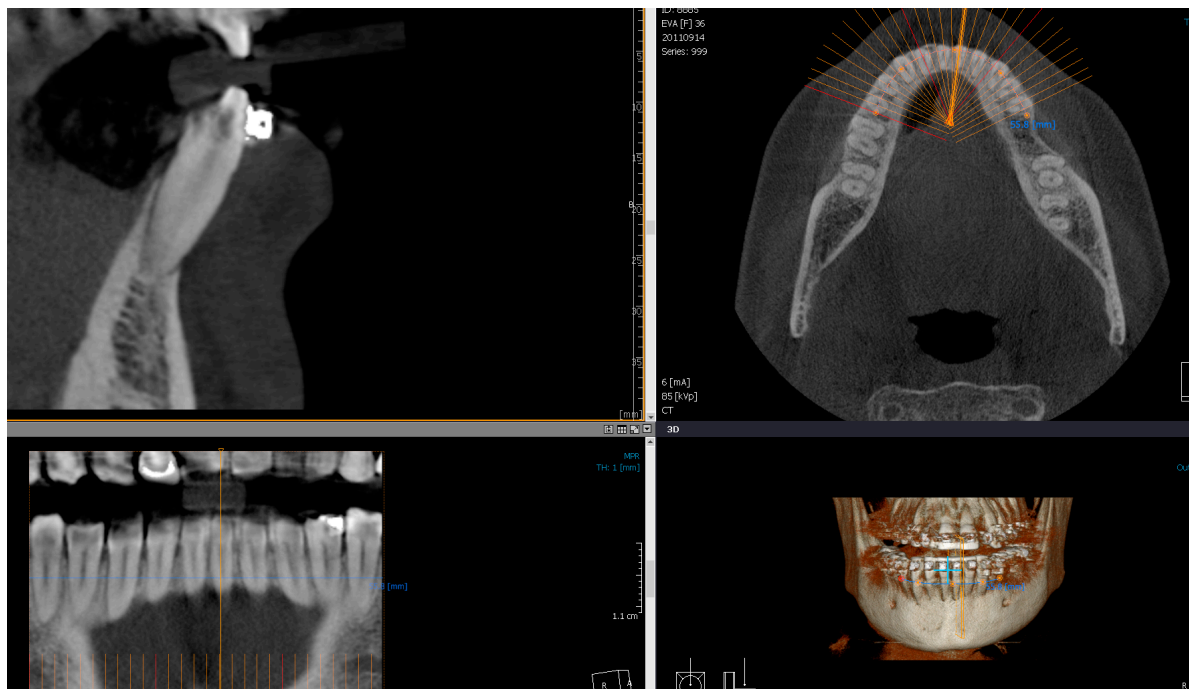


Fig.3 Reconstrucción multiplanar en los cuadros superiores y en el cuadro inferior izquierdo. Reconstrucción tridimensional en el recuadro inferior derecho.

- 2) La Resolución: es el conjunto de voxels por la cual el escáner interpreta un registro. En este caso al ser una unidad tridimensional se nombran con tres medidas en los tres ejes del espacio, en nuestro caso 608x608x608 voxels.
- 3) Campo de Visión (Field Of View): la forma y el tamaño del campo de visión viene determinado por el tamaño y forma de la apertura primaria por donde se proyecta el haz de rayos X y el tamaño del captador.
- 4) Resolución espacial: es la distancia mínima necesaria para distinguir entre dos objetos y frecuentemente es erróneamente confundida con la resolución y precisión. Para entender la diferencia entre precisión y la resolución espacial podemos decir que un escáner puede tener mucha precisión midiendo medidas lineales (distancia intercuspeada por ejemplo) pero poca capacidad para discernir entre estructuras (raíz y hueso por ejemplo), es este caso estaríamos hablando de un escáner con mucha precisión pero poca resolución espacial.

Trade name	NewTom	i-CAT™ Cone beam 3-D Dental Imaging System	CB MercuRay™	3D Accutomo XYZ Slice View Tomograph
Manufacturer	Quantitative Radiology, Verona, Italy	Imaging Sciences, Hatfield PA, USA	Hitachi Medical Corporation, Tokyo, Japan	J Morita Mfg Corp, Kyoto, Japan
Model	NewTom 3G	i-CAT	MercuRay	MCT-1
Main unit dimensions	2000(W) × 2413 (D) × 2000 mm (H)	1040(W) × 1120 (D) × 1830 mm (H)	1840(W) × 1900 (D) × 2250 mm (H)	1620(W) × 1200 (D) × 2080 mm (H)
Weight	480 kg		950 Kg	400 Kg
Tube voltage	110 kVP	120 kVP	60–120 kVP	60–80 kVP
Tube current	15 mA	3–8 mA	10–15 mA	1–10 mA
Scan time*	36 seconds	10–40 seconds	10 seconds	17 seconds
Image detector	Image intensifier CCD	Amorphous flat panel detector	Image intensifier CCD	Image intensifier CCD
Grayscale	12 bit	12 bit	12 bit	8 bit
Field of view	100 mm (6-inch)	250 (diameter) × 200 (height) mm	102.4 mm (6-inch)	40 (diameter) × 30 (height) mm
	150 mm (9-inch)		150 mm (9-inch)	
	200 mm (12-inch)		190 mm (12-inch)	
Voxel size	0.2–0.4 mm	0.2–0.4 mm	0.2–0.376 mm	0.125 mm
Reconstruction time	2 minutes	1.5 minute	6 minutes	5 minutes
Suggested price	£ 146, 000	£ 97, 000	£ 159,400	£ 103,600
Website addresses	www.qrverona.it	www.imagingsciences.com	www.hitachimed.com	www.jmorita-mfg.com

Tabla 3. Resumen de características generales de los dispositivos más populares. Tabla tomada de Lund y cols. 2012

- 5) Promedio de Volumen Parcial: al igual que un pixel, un voxel sólo puede mostrar un grado dentro de la gama de grises de la que dispone el escáner, si un voxel se encuentra situado en una intersección entre dos áreas con diferentes densidades sólo podrá mostrar una de ellas o un compendio entre ambas densidades, por ejemplo, si un voxel se encontrara ocupado en un 20% de aire y un 80% de hueso el resultado final sería opaco.
- 6) Ruido: la mejor manera de reducir el efecto anteriormente descrito sería reduciendo el tamaño del voxel, sin embargo, eso requeriría una mayor radiación y generaría un aumento del ruido. El ruido es el resultado de fotones de energía dispersada impactando contra el detector y que generan “neblina” o una imagen menos nítida. El ruido o la energía dispersada aumentan al aumentar el campo de visión, por ello una manera de reducir la cantidad de ruido es utilizando escáneres con un tamaño de captador menor y más localizado en el área de interés.
- 7) Escala de Grises: Siguiendo con el ejemplo de las pantallas, un pixel podrá emitir una gama de colores dependiendo de la gama de colores que emita el ordenador (16 o 32 bits). Un voxel tendrá a su disposición una mayor o menor gama de grises en función de la sensibilidad del captador del escáner. La gama de grises de un escáner se describe como elevado a una potencia en función de la profundidad de bit, por ejemplo: una profundidad de bit de 6 implica que el voxel en cuestión puede generar 2^6 (64) niveles de grises.

En nuestro caso utilizaremos un dispositivos con un campo de visión reducido (12 x 9 cm) y voxel pequeño (0,206 x 0,206 x 0,206 mm) que debería aportarnos, según estos parámetros descritos por Molen (Molen 2010), una adecuada resolución espacial para discernir estructuras delgadas como el hueso alveolar.

II. Justificación

La génesis de la idea de exodonciar dientes para aliviar el apiñamiento dental tiene un comienzo posiblemente primitivo. Varias tribus africanas y australianas procedían a la extracción de dientes (sobre todo incisivos inferiores) para prevenir los dolores generados por la retención de los terceros molares. Uno de los primeros comentarios que se conocen al respecto en el mundo de la odontología se le atribuye a Bourdet en 1757 quien recomendaba la extracción de los bicúspides para aliviar el apiñamiento del frente incisivo. La discusión en ese aspecto sigue hoy abierta.

Las repercusiones negativas sobre los tejidos periodontales derivadas del alineamiento de grandes discrepancias óseo-dentales sobre unas bases óseas limitadas, y la compensación dentoalveolar de discrepancias óseas sagitales, son hoy en día los principales motivos de extracción por motivos ortodóncicos.

Pero el constante desarrollo de técnicas, materiales y filosofías terapéuticas en la ortodoncia, plantea la demarcación de nuevos límites en nuestros tratamientos (DiBiase et al. 2011; Kaklamanos & Athanasiou 2011; Fleming et al. 2010; Chen et al. 2010; Brezniak et al. 2010; Pandis et al. 2010; Sfondrini et al. 2012). Es por ello que nos planteamos el estudio del efecto de la aparatología de baja fricción (Damon®) sobre la salud periodontal de nuestros pacientes y buscar en ellos características o patrones de riesgo que nos sirvan como referencia para establecer nuevos límites.

La gran mayoría de los estudios sobre los efectos adversos de la ortodoncia en el hueso alveolar han sido limitados al hueso mesial y distal (Zachrisson & ALNÆS 1974; Hollender et al. 1980; Aass & Gjermo 1992; Bondemark 1998; Janson et al. 2003), en gran parte debido a las disponibilidades de registros radiográficos bidimensionales. Pero en nuestro caso, debemos valernos de tecnologías tridimensionales para poder analizar los daños en las superficies vestibulares y linguales.

En los últimos años, la utilización de la tomografía de haz cónico (CBCT), en el campo de la odontología, se ha disparado debido a su gran potencial como herramienta diagnóstica (Jerrold 2007; Merrett et al. 2009; Quintero et al. 1999; Kau et al. 2010; Grunheid et al. 2012; Rogers et al. 2011). Con el avance y la modernización de los dispositivos, las radiaciones emitidas y absorbidas han disminuido drásticamente.

La dosis de radiación emitida por estos dispositivos varía en función del tipo de emisión (continua o pulsátil), el kilovoltaje, el miliamperaje, el tiempo de rotación y el tamaño del panel detector (Pauwels et al. 2012).

Utilizando dosímetros termoluminiscentes Ludlow y cols. (2006; 2003) para comparar la absorción de radiación corporal global entre distintos dispositivos de haz cónico (en sus múltiples combinaciones), radiografía panorámica y radiografía retroalveolar, determinaron que la dosis administrada era 10 veces inferior a la administrada en una tomografía computarizada y de 3 a 7 veces superior a una radiografía panorámica. Similares han sido los resultados de otros trabajos (Mah et al. 2003), los cuales determinan que la radiación corporal global recibida por el paciente es el 20% de la absorbida en un CT médico y equivalente a una serie periapical completa. Más recientemente, Grünheid y cols. (2012) ,también con dosímetros termoluminiscentes, determinaron que una radiografía panorámica y una radiografía lateral de cráneo generaban 0,0215 mSv y 0,0045 mSv respectivamente, mientras que un escáner en sus diferentes modalidades puede generar entre 0,0647 mSv en una resolución estándar y 0,1342 mSv en alta resolución.

Modalidad	Dosis Efectiva (mSv)
Radiografías Intraorales	
Radiografía Simple	<0,002
Serie Completa (20 radiografías)	0,035-0,040
Radiografía Panorámica	0,003-0,024
Radiografía Lateral de Cráneo	<0,006
CBCT	
Dentoalveolar	0,019-0,674
Craneofacial	0,030-1,073
Tomografía Computerizada	0,280-1,410

Tabla 4. Dosis efectivas asociadas a las diferentes modalidades de radiografía dental.
Datos derivados de: {Ludlow:2006uy, Ludlow:2003tj, Pauwels:2012gn, Silva:2008ii, Loubele:2008et} {Okano:2009in} {Suomalainen:2009gu} {Hirsch:2008gs} {Grunheid:2012fa}

Es obvio lo que estipulan las directrices de la Sociedad Americana de Ortodoncistas: "pueden darse múltiples situaciones clínicas donde una radiografía CBCT pueda ser de valor, pero la utilización de dicha tecnología no debe ser un requerimiento rutinario para los tratamientos de ortodoncia" (AAO 2010) y la Sociedad Británica de Ortodoncistas, cuyas directrices recomiendan a los ortodoncistas el uso con precaución de la tecnología CBCT y enfatiza que la utilización rutinaria no está justificada {Party:1994wq}{Halazonetis:2012di}. Por lo tanto, también se hace imperioso determinar aquellos que, de entre nuestros pacientes, sean susceptibles de requerir un estudio pormenorizado y minucioso de su estado dentoalveolar mediante CBCT para prevenir posibles lesiones yartrogénicas.

Por ello, , nos proponemos con este estudio evaluar los efectos del tratamiento ortodóncico sobre los tejidos óseos periodontales mediante Tomografía Computerizada de Haz Cónico (CBCT).

III. Objetivos

El objetivo primario de este estudio es:

- Valorar de una forma retrospectiva el efecto de la ortodoncia de baja fricción Damon® sobre el hueso alveolar y su relación con la raíz dental.

Objetivos Secundarios:

- 1) Analizar la precisión *in-vitro* del dispositivo de tomografía computerizada de haz cónico (CBCT) utilizado en este trabajo.
- 2) Analizar la posible asociación entre la **prevalencia** de dehiscencias y fenestraciones óseas con factores periodontales como el biotipo gingival o factores ortodóncicos como los cambios post-tratamiento en la distancia intercanina e interpremolar, discrepancia óseo-dentaria inicial, posición inicial de incisivos, clase molar y variables cefalométricas (clase esquelética y patrón de crecimiento).
- 3) Analizar la posible asociación entre la **gravedad** de dehiscencias y fenestraciones óseas con factores periodontales como el biotipo gingival o factores ortodóncicos como las distancias iniciales y los cambios post-tratamiento en la distancia intercanina e interpremolar, discrepancia óseo-dentaria inicial, posición inicial de incisivos, clase molar y variables cefalométricas (clase esquelética y patrón de crecimiento).

IV. Hipótesis de Trabajo

En función de los datos expuestos en apartados anteriores, la hipótesis nula de trabajo de esta investigación es la siguiente:

No existe asociación entre la **prevalencia** y **gravedad** de dehiscencias y fenestraciones óseas y factores ortodónticos como el apiñamiento dental, cambios en las distancias intercanina e interpremolares, la clase molar o esquelética o patrón de crecimiento, la posición inicial de los incisivos superiores e inferiores o factores periodontales como el biotipo periodontal.

V. Material y Método

Como hemos expuesto anteriormente, el objetivo de este estudio es doble:

- 1) analizar la precisión real de la tomografía computerizada de haz cónico (CBCT).
- 2) valorar de una forma retrospectiva el efecto de la ortodoncia de baja fricción Damon sobre el hueso alveolar y su relación con la raíz dental (Fig. 4).

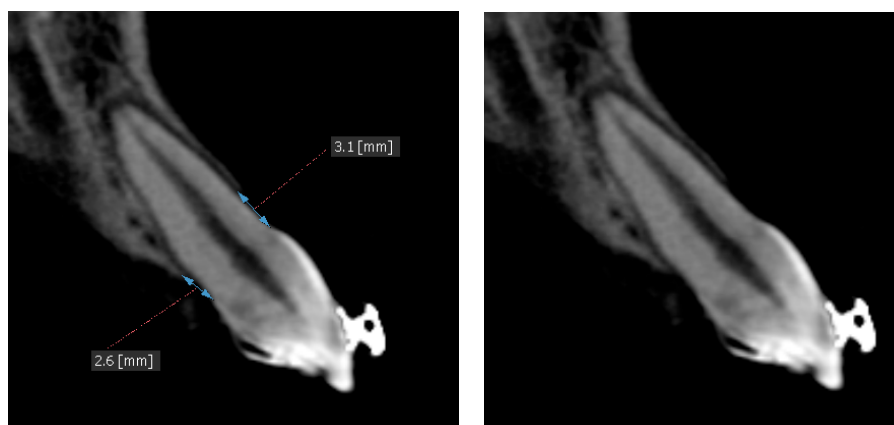


Fig. 4 Ejemplo de la medición de una dehiscencia.

V.1. Prueba de precisión del CBCT.

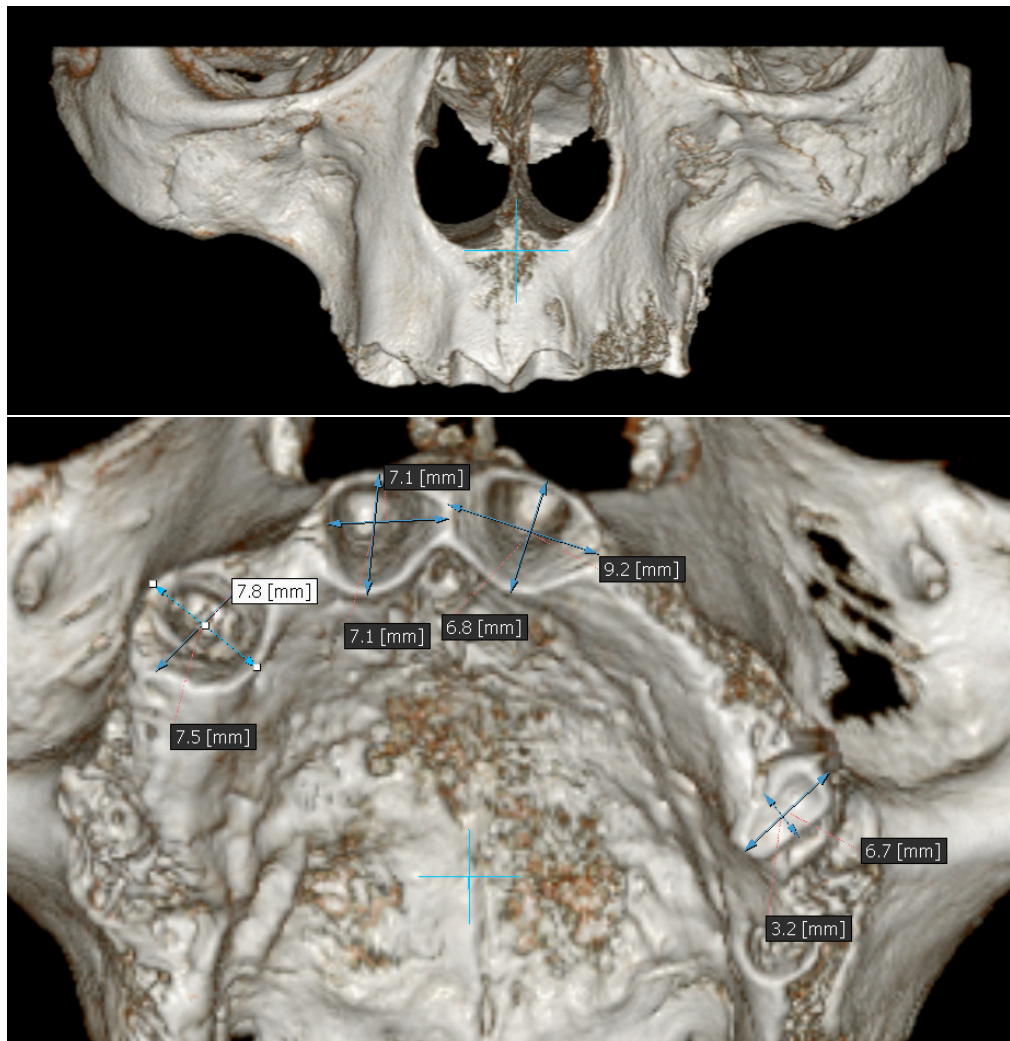


Fig. 5 Mediciones sobre reconstrucción tridimensional de la calavera utilizada en este apartado.

Con el fin de corroborar la precisión de nuestro dispositivo de CBCT (Vatech, Seoul, Corea del Sur) realizamos dos escaneados a una calavera humana desecada (Fig. 5), las características anatómicas de la misma eran la presencia de tres alveolos perfectamente conservados correspondientes a los dientes 13, 11 y 21 y una dehiscencia ósea vestibular irregular y un resto radicular en 25. Aprovechamos dichas características anatómicas para realizar una serie de mediciones tanto en sentido vertical como horizontal y compararlas estadísticamente con las mediciones reales tomadas con un calibre de precisión (Multutoyo, U.K.).

V.1.1. Mediciones

Las mediciones realizadas fueron las siguientes:

- ▶ Diámetro mesio-distal y vestíbulo-lingual del alveolo de 11.
- ▶ Diámetro mesio-distal y vestíbulo-lingual del alveolo de 13.
- ▶ Diámetro mesio-distal y vestíbulo-lingual del alveolo de 21.
- ▶ Diámetro mesio-distal y vestíbulo-lingual de 25 en porción más coronal.
- ▶ Altura de la dehiscencia ósea vestibular en 25 desde el punto más coronal del 25.
- ▶ Grosor del hueso alveolar vestibular y palatino de 11, 13 y 21 1 mm en sentido apical del reborde óseo marginal en su sección central.

Una vez realizadas el primer set de mediciones, los detalles anatómicos de la calavera fueron modificados de manera aleatoria mediante una turbina y una fresa de grano fino para posteriormente, realizar un segundo set de mediciones. De esa manera representamos lo que sería un estadio inicial (T0) y un estadio final (T1) y de forma estadística comparar no solo la precisión del escáner en mediciones lineales sino también la precisión a la hora de captar pequeñas diferencias.

Un total de 120 mediciones lineales fueron realizadas 60 mediciones analógicas y 60 mediciones digitales. Todas ellas medidas fueron tomadas 2 veces por un mismo observador.

V.1.2. Análisis estadístico

Se realizará un análisis descriptivo de la muestra de las discrepancias medias entre las mediciones reales y las mediciones radiográficas en T0, T1 y T1-T0, y sus correspondientes desviaciones estándar.

Para valorar la precisión de las mediciones radiográficas se realizará un análisis estadístico confrontando las mediciones reales con las mediciones digitales para valorar si existe diferencia estadísticamente significativas entre ellas en T0, T1 y T1-T0. Para ello se realizará un test paramétrico *t-student* para muestras dependientes entre las medias de las de los datos obtenidos por los dos observadores a un nivel de significación del 95%.

V.2 Efecto de la ortodoncia sobre el hueso alveolar y su relación con la raíz dental.

V.2.1. Población de Estudio

La muestra de este estudio está formada por un total de 36 pacientes (8 hombres y 28 mujeres). Todos los casos fueron tratados mediante aparatología Damon Mx® o Damon Q® (Ormco, Orange CA. USA). Las edades de tratamiento comprendían desde los 17 hasta los 60 años con una media de 31,7 años de edad.

Los pacientes fueron recopilados de la base de datos de una clínica particular (Centro de Especialidades Odontológicas. Taguera S.L.).

Todos los pacientes habían aceptado el consentimiento informado de su tratamiento de ortodoncia en que aceptan también la cesión de sus datos y registros para fines científicos o docentes.

Selección de la Muestra

A la hora de seleccionar la muestra de nuestro estudio realizamos una búsqueda en la base de datos de la clínica con los siguientes criterios:

Criterios de Inclusión:

- Pacientes tratados con ortodoncia Damon Q® o Mx®.
- Pacientes con registros CBCT realizados tras el tratamiento de ortodoncia con fines implantológicos o quirúrgicos.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con historia previa de tratamiento ortodóncico (no Damon®) u ortopédico.
- Pacientes con historia previa de enfermedad o tratamiento periodontal o mucogingival.

- Dientes con historia de patología periapical o en tratamiento de lesiones periapicales.
- Dientes con restauraciones extensas que afectaran a la calidad de la imagen o impidan la detección clara de regiones anatómicas, como por ejemplo la línea amelocementaria (LAC).

Se reunió un total de 36 pacientes (8 hombres y 28 mujeres) y 52 registros CBCT (30 maxilares y 21 mandibulares). Una vez seleccionada la muestra, se procedió a recopilar los siguientes registros de forma retrospectiva (pre- y post-tratamiento): radiográficos (radiografía lateral de cráneo y radiografía panorámica), modelos de escayola y fotografías.

V.2.2. Estudio Radiográfico

Dispositivo CBCT

El dispositivo utilizado para realizar los registros CBCT fue un Vatech (Vatech, Seoul, Corea del Sur) con una resolución de voxel de 0,206x0,206x0,206 mm y un tamaño de imagen de 608x608x608 voxels calibrado a 75 Kvp 7mA 24 segundos y 360 grados. El software de edición y medición de los CBCT fue Ezimplant 3D Viewer (Vatech, Seoul, Corea del Sur).

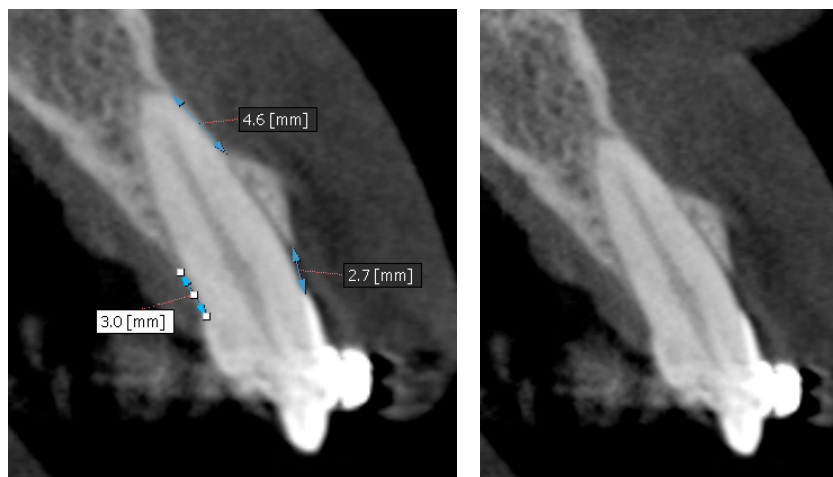


Fig. 6. Fenestración a nivel del tercio apical.

Mediciones CBCT

Las mediciones realizadas en los **CBCT** fueron:

1. Distancia desde el límite amelocementario a la cresta ósea vestibular y lingual de todos los dientes de la arcada correspondiente hasta segundos premolares. Consideramos dehiscencia como aquella migración apical del margen óseo alveolar más allá de 2 mm a partir del límite amelocementario.

En base resultados obtenidos en pruebas preliminares, hemos decidido no incluir en el análisis del estudio los molares maxilares y mandibulares por no tener, en la mayoría de los casos, una visión clara de las estructuras objetivo de este estudio.

2. Presencia y tamaño de fenestraciones óseas. Consideramos fenestración ósea toda aquella perforación del hueso alveolar con exposición radicular (Fig. 6).
3. Anchura final de arcada en caninos y premolares (Fig. 7).

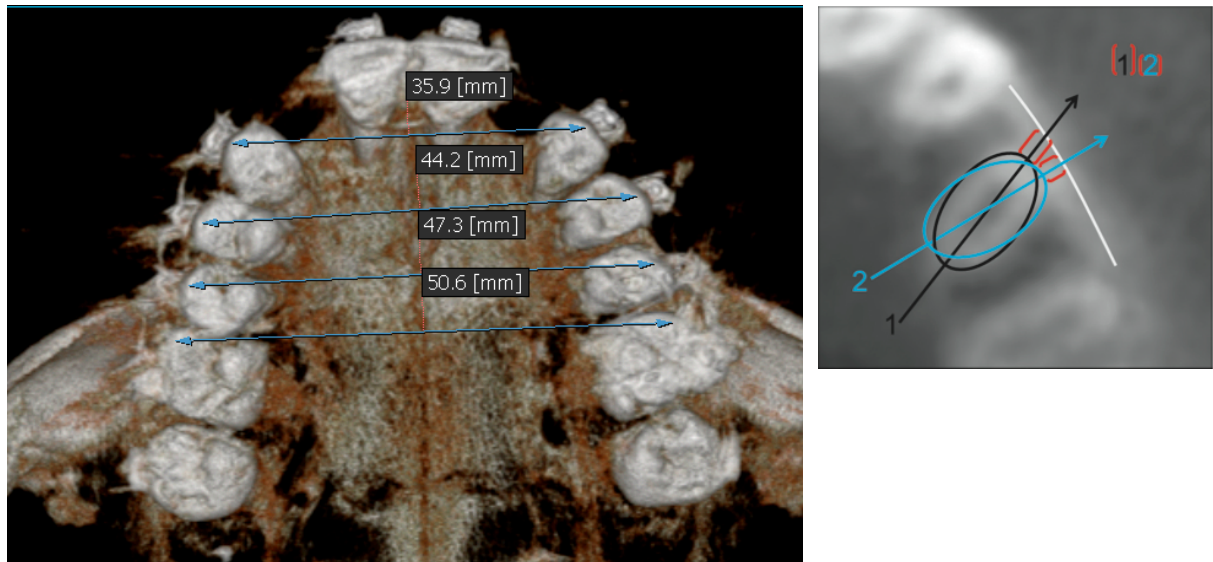


Fig.7 A la izquierda visión oclusal de una un reconstrucción tridimensional en la que se realizan las mediciones de las distancias interdentes finales. A la derecha una representación de la orientación correcta sobre el eje corono-apical del diente a la hora de realizar el corte tomográfico.

En este trabajo hemos considerado como dehiscencia aquella situación en la distancia LAC-HA (hueso alveolar) supera los 2 mm. Otros trabajos similares a este también consideraron como dehiscencia aquellos casos en que la altura LAC-HA supera los 2 mm (Evangelista et al. 2010; Lund 2011; Enhos et al. 2012). Y fueron contabilizados como fenestraciones aquellos casos en que la lesión no afectaba a la porción más coronal del hueso alveolar.

Para realizar estas mediciones del hueso alveolar se utilizaron imágenes multiplanares y se realizaron cortes de 1mm de grosor axiales al eje vertical del diente y el eje linguo-palatino del diente (Fig. 7).

Para la medición de las **distancias intercaninas e interpremolaes** se utilizó la reconstrucción 3D del sujeto. Tras un periodo de aprendizaje y adaptación, todas las mediciones radiográficas fueron analizadas por el mismo observador.

V.2.3. Estudio Cefalométrico

Sobre las radiografías laterales de cráneo iniciales se realizaron trazado y análisis cefalométricos de Ricketts (1960; 1961) y Steiner (1959). Los análisis cefalométricos sirvieron para determinar la clase ósea anteroposterior, el patrón de crecimiento vertical y la posición anteroposterior de los incisivos superiores e inferiores.

Se determinó el **patrón esquelético** de los pacientes en el plano sagital (clase I, II o III esquelética) y en el plano vertical (meso-, braqui- o dolicofacial) usando los valores normativos de la cefalometría de Steiner (C. C. Steiner 1959), midiendo en la telerradiografía lateral de cráneo el ángulo ANB, y usando los valores de la cefalometría de Ricketts, determinando el ángulo del plano mandibular.

- **Plano sagital:** se consideró que un paciente presentaba una relación sagital maxilo-mandibular de Clase I esquelética cuando el ángulo ANB era de $2^{\circ} (\pm 1^{\circ})$. Valores mayores de la norma indicaron una relación de Clase II y valores inferiores determinaron una relación esquelética de Clase III.
- **Plano vertical:** se consideró que un paciente presentaba un patrón de crecimiento Mesofacial cuando el ángulo formado por el plano de Frankfurt y el plano mandibular era de $26^{\circ} (\pm 4^{\circ})$. Valores superiores a la norma indicaban un crecimiento Dolicofacial y valores inferiores hablaban de un patrón Braquifacial.

La **posición espacial de los incisivos superiores e inferiores** en el plano anteroposterior se clasificó en 3 categorías: normal, vestibulizado o lingualizado, según su distancia y angulación respecto a la línea de referencia A-Po (punto A – Pogonion), medidas en la telerradiografía lateral de cráneo, usando los valores normativos de la cefalometría de Ricketts (1960; 1961):

- *Posición del Incisivo superior:* se consideró Normal cuando la distancia entre el borde incisal y el plano A-Po medido paralelamente al plano oclusal era de 3,5 mm (± 2 mm) y la angulación de su eje respecto a la misma línea de referencia era de 28° ($\pm 4^\circ$). Cuando el incisivo presentaba valores por encima de la norma se consideró que estaba Vestibulizado y cuando los valores fueron menores, se consideró que estaba Lingualizado.
- *Posición del Incisivo inferior:* se consideró Normal cuando la distancia entre el borde incisal y el plano A-Po medido paralelamente al plano oclusal era de 1 mm (± 2 mm) y la angulación de su eje respecto a la misma línea de referencia era de 22° ($\pm 4^\circ$). Cuando el incisivo presentaba valores por encima de la norma se consideró que estaba Vestibulizado y cuando los valores fueron menores, se consideró que estaba Lingualizado.

V.2.4. Estudio Fotográfico y de Modelos

Sobre los **modelos de escayola** se recopilaron los siguientes datos:

1. Anchura intercanina e interpermolares iniciales.
2. Discrepancia óseos dentaria inicial.
3. Clase molar inicial.

Las mediciones analógicas sobre modelos de escayola fueron realizadas por un observador mediante un calibre de precisión (Multitoyo, U.K.).

Las **fotografías iniciales** de los pacientes se utilizaron para la clasificación de los pacientes en función de su biotipo periodontal. Los pacientes se clasificaron en biotipos finos y biotipos gruesos; para ello se siguieron las características descritas en la tabla 2.

RECTILÍNEO / GRUESO	FESTONEADO / FINO
Tejido blando denso y fibroso	Tejido blando delgado
Banda ancha de tejido queratinizado	Banda reducida de tejido queratinizado
Papilas cortas y anchas	Papilas largas y estrechas
Áreas de contacto en tercios medio y cervical	Punto de contacto en tercio incisal
Diente cuadrados	Dientes triangulares
Hueso subyacente plano y grueso	Hueso subyacente fino y festoneado

Tabla 2

V.2.5. Análisis Estadístico

Estadística descriptiva general de la muestra:

En ella describiremos los siguientes datos:

- ✓ Número total de pacientes
- ✓ Número de mandíbulas y maxilares
- ✓ Media de edad y rango de edad.
- ✓ Distribución y promedio máxilomandibular de dehiscencias y fenestraciones.
- ✓ Distribución vestibulopalatina de dehiscencias y fenestraciones.
- ✓ Diente con mayor prevalencia de dehiscencias y fenestraciones.
- ✓ Distribución por grupos dentales (incisivos, caninos y premolares) y fenestraciones.
- ✓ Dehiscencias de mayor gravedad y fenestraciones.

Estadística Analítica

La estadística analítica fue dividida en dos apartados. Por un lado, analizamos aquellos factores (variables independientes) que pudieran relacionarse con la incidencia de lesiones

y, por otro lado, aquellos que pudieran relacionarse con la gravedad de las mismas. En ambos apartados, los datos se analizaron de forma general y agrupados por su origen maxilar o mandibular.

Incidencia de Lesiones:

En este apartado hemos utilizado las siguientes variables:

Independientes	Dependientes
• Edad (continua; años) • Sexo (categórica: hombre o mujer) • Maxilar/Mandibular (categórica: maxilar o mandibular) • Biotipo (categórica: fino o grueso) • Discrepancia Óseo Dentaria (continua; mm) • DOD Categorizada (categórica: >0mm, de 0 a-2,5mm, de -2 a-5,5mm y <-5mm) • Clase Molar (categórica: I, II, III) • Clase Ósea Anteroposterior (categórica: I, II, III) • Patrón Vertical (categórica: mesofacial, dólcofacial y braquifacial) • Posición de incisivo Superior (categórica: lingualizado, normoposicionado, vestibulizado) • Posición de incisivo Inferior (categórica: lingualizado, normoposicionado, vestibulizado)	• Superficies con dehiscencias totales (continua discreta) • Superficies sanas totales vestibulares (continua discreta) • Superficies con dehiscencias totales vestibulares (continua discreta) • Superficies sanas totales linguales (continua discreta) • Superficies con dehiscencias totales linguales (continua discreta) • Dientes con fenestraciones (continua discreta) • Dientes sin fenestraciones (continua discreta) • Superficies sanas vestibulares Incisivos (continua discreta) • Superficies con dehiscencias vestibulares incisivos (continua discreta) • Superficies sanas vestibulares Caninos (continua discreta) • Superficies con dehiscencias vestibulares Caninos (continua discreta) • Superficies sanas vestibulares Premolares (continua discreta) • Superficies con dehiscencias vestibulares Premolar (continua discreta) • Superficies sanas Linguales Incisivos (continua discreta) • Superficies con dehiscencias Linguales incisivos (continua discreta) • Superficies sanas Linguales Caninos (continua discreta) • Superficies con dehiscencias Linguales Caninos • Superficies sanas Linguales Premolares • Superficies con dehiscencias Linguales Premolar

Una vez comprobado que las variables cumplían el supuesto de normalidad, el análisis de las mismas se realizó de forma individual comparando cada variable independiente con el conjunto de variables dependientes. Para buscar correlación entre variables, siempre que ambas fuesen continuas, se utilizó test de Correlación de Pearson con un nivel de significación del 95%. Para buscar diferencias entre las variables, se utilizaron estadísticos *t-student* para variables independientes o ANOVA (con contrastes post-hoc de Bonferroni) con una significación del 95%.

El software estadístico utilizado en todos los análisis fue el SPSS versión 19 (IBM; Chicago, Illinois EEUU).

El mismo análisis fue realizado con la muestra dividida en datos de procedencia maxilar y mandibular.

Gravedad de las Lesiones:

En este apartado hemos utilizado las siguientes variables:

Independientes	Dependientes
• Edad (continua; años) • Sexo (categórica: hombre o mujer) • Maxilar/Mandibular (0=mand, 1=max) • Biotipo (0=fino, 1=grueso) • DOD (continua: milímetros) • DOD Categorizada (categorizada: >0 mm, 0 a -2,5 mm, -2 a -5,5 mm y <-5 mm) • Clase Molar (categorizada: I, II, III) • Clase Ósea Anteroposterior (categorizada: I, II, III) • Patrón vertical (categorizada: lingualizados, normoposicionados, vestibulizados) • Posición de incisivo Superior (categorizada: lingualizados, normoposicionados, vestibulizados) • Posición de incisivo Inferior (categorizada: ling, nor, vest)	• Dehiscencias Incisivos Vestibular (continua: milímetros) • Dehiscencias Caninos Vestibular (continua: milímetros) • Dehiscencias Premolar Vestibular (continua: milímetros) • Dehiscencias Incisivos Lingual (continua: milímetros) • Dehiscencias Caninos Lingual (continua: milímetros) • Dehiscencias Premolar Lingual (continua: milímetros) • Dehiscencias Categorizadas Incisivos Vestibular (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm) • Dehiscencias Categorizadas Caninos Vestibular (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm) • Dehiscencias Categorizadas Premolar Vestibular (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm) • Dehiscencias Categorizadas Incisivos Lingual (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm) • Dehiscencias Categorizadas Caninos Lingual (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm)

Independientes	Dependientes
	Dehiscencias Categorizadas Premolar Lingual (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm)

Se realizó el mismo análisis estadístico descrito en el apartado anterior (Incidencia de las lesiones), analizando los datos de forma general y agrupado por su origen maxilar o mandibular.

Además, en este apartado intentamos relacionar el ancho inicial de las arcadas y el cambio producido en ellas durante el tratamiento de ortodoncia, con la gravedad de las dehiscencias y fenestraciones. Para ello utilizamos test de Correlación de Pearson con un nivel de significación del 95% para buscar correlaciones entre las siguientes variables:

Independientes	Dependientes
Ancho intercanino inicial (mm)	- Dehiscencia 13+23/2 Vestibular (mm) - Dehiscencia 13+23/2 Lingual (mm) - Fenestraciones 13+23/2 (mm) - Diferencia anchura intercanina (mm)
Anchura inicial entre 1^{os} premolares (mm)	- Dehiscencia 14+24/2 Vestibular (mm) - Dehiscencia 14+24/2 Lingual (mm) - Fenestraciones 14+24/2 (mm) - Diferencia anchura premolar4 (mm)
Anchura inicial entre 2^{os} premolares (mm)	- Dehiscencia 15+25/2 Vestibular (mm) - Dehiscencia 15+25/2 Lingual (mm) - Fenestraciones 15+25/2 (mm) - Diferencia anchura premolar5 (mm)

Los mismos estadísticos se realizaron con los datos divididos en función de su origen maxilar o mandibular.

VI. Resultados

Los resultados serán expuestos siguiendo el siguiente esquema:

VI.1. Presición CBCT.

VI.2. Efecto de la ortodoncia sobre el hueso alveolar y su relación con la raíz dental.

VI.2.1. Estadística Descriptiva.

VI.2.1.1. Dehiscencias.

Distribución Maxilo-mandibular.

Distribución Vestíbulo-palatina.

Distribución por grupos de dientes.

VI.2.1.2. Fenestraciones.

VI.2.2. Estadística Analítica.

VI.2.2.1. Incidencia de Lesiones.

Distribución Máxilo-mandibular.

Relación con los Biotipos Periodontales.

Relación con Factores Ortodóncicos.

Análisis de los datos maxilares y mandibulares.

VI.2.2.2. Gravedad de las lesiones.

Distribución Máxilo-mandibular.

Relación con los Biotipos Periodontales.

Relación con Factores Ortodóncicos.

Análisis de los datos maxilares y mandibulares.

Gravedad de las lesiones en función de los anchuras de arcada.

VI.1. Precisión del CBCT.

Un total de 120 mediciones se realizaron sobre la calavera desecada, 60 de las cuales fueron mediciones virtuales y 60 mediciones analógicas. Los resultados de las mediciones lineales iniciales (T0) muestra un margen de error medio de -0,05mm (SD $\pm$ 0,32) lo cual señala una ligera infraestimación en las mediciones realizadas con el CBCT. La media de error en las mediciones finales (T1) fue de 0,04mm (SD $\pm$ 0,09) en este caso las mediciones digitales ofrecieron una sobreestimación ligera. La mayor discrepancia fue de 0,72mm.

Según la estadística analítica de los datos, no existen diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los grupos de mediciones (T0, T1 y T1-T0) con altos valores de correlación superiores al 90% (tabla 5).

Prueba de muestras relacionadas				
Media	Media	Desviación típ.	Sig. (bilateral)	Correlación
DIF. ENTRE MEDIDA REAL CBCT EN T0	-0,04400	0,31573	0,598	0,997
DIF. ENTRE MEDIDA REAL Y CBCB EN T1	0,03800	0,09244	0,134	1,000
DIF. ENTRE MEDIDA REAL Y CBCT T0-T1	-0,08333	0,32495	0,337	0,916

Tabla 5.

VI.2. Efecto de la ortodoncia sobre el hueso alveolar y su relación con la raíz dental.

VI.2.1. Estadística Descriptiva

Un total de 36 pacientes fueron recopilados (8 hombres y 28 mujeres). Todos los casos fueron tratados mediante aparatología Damon Mx o Damon Q. Las edades al inicio del tratamiento comprendían desde los 17 hasta los 60 años con una media de 31,7 años de edad. Un total de 52 registros CBCT, 30 fueron maxilares y 21 fueron mandibulares.

VI.2.1.1. Dehiscencias

Consideramos como dehiscencia aquella situación en la distancia LAC-HA supera los 2 mm.

Distribución Maxilar - Mandibular

Un total de 946 superficies fueron medidas de las cuales 742 presentaron dehiscencias mayores de 2 mm representando un 78,4%. De ellas, 392 (52,8 %) fueron encontradas en el maxilar y 350 (47,2 %) en la mandíbula. Si tenemos en cuenta el número de maxilares y mandíbulas estudiadas el promedio de dehiscencias por maxilar es de 13,1 mientras que el promedio de lesiones en mandíbula es de 16,7.

Distribución Vestibular - Palatino

De las 350 dehiscencias mandibulares 173 fueron localizadas en la zona lingual y 177 en la zona vestibular mientras que las 392 dehiscencias maxilares prácticamente se repartieron en la misma cantidad entre la zona palatina (195 dehiscencias) y la zona vestibular (197 dehiscencias) (Fig. 8-10).

Fig. 8. Distribución de dehiscencias vestibulares y linguales en los maxilares y las mandíbulas.

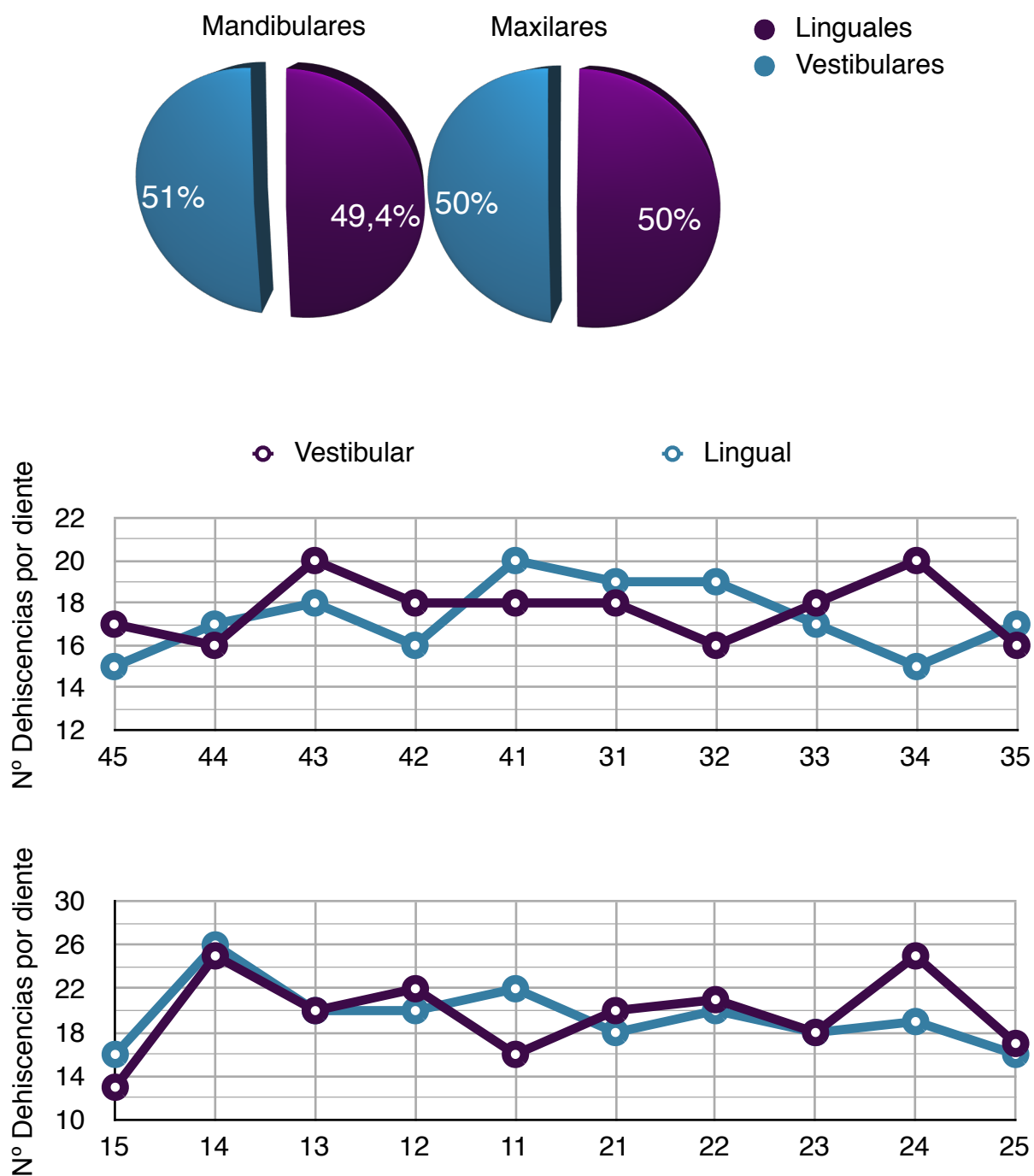


Fig. 9 y 10. Número de dehiscencias contabilizadas en cada diente en las superficies vestibulares y linguales.

Distribución por grupos de dientes

Por grupos de dientes los incisivos superiores (21,4 %) son los más afectados seguidos de los premolares maxilares (21,2 %).

Teniendo en consideración el número de dientes presentes en cada grupo, el promedio de afectación por grupos de dientes es bastante similar en el maxilar, mientras que en la mandíbula los dientes más afectados son incisivos seguidos de los premolares y los caninos respectivamente (Tabla 6 y 7).

Dientes Mandibulares	Incisivos	Caninos	1 ^{os} y 2 ^{os} Premolares
Lingual	74	19	64
Vestibular	70	38	69
Promedio	36	28,5	33,25

Dientes Maxilares	Incisivos	Caninos	1 ^{os} y 2 ^{os} Premolares
Lingual	80	38	77
Vestibular	79	38	80
Promedio	39,75	38	39,25

Tabla 6 y 7. Distribución por grupos de dientes promediada en función del número de dientes que componen cada grupo.

El diente con mayor número de dehiscencias fue el primer premolar derecho con 51 localizaciones afectadas seguido del primer premolar izquierdo con 44 localizaciones afectadas.

La mayor de las dehiscencias se alcanzó en un segundo premolar maxilar con una longitud de 14,6 mm, mientras que en la mandíbula la mayor dehiscencia se localizó en un primer premolar derecho con una longitud de 13,7 mm (Fig. 11 y 12), ambas por vestibular mientras que por la zona lingual, las mayores dehiscencias se localizaron en un incisivo inferior con una longitud de 12,9 mm. En el maxilar la mayor dehiscencia palatina se alcanzó en un incisivo lateral con una longitud de 9,3 mm (Fig. 13 y 14).

Fig.11 y 12

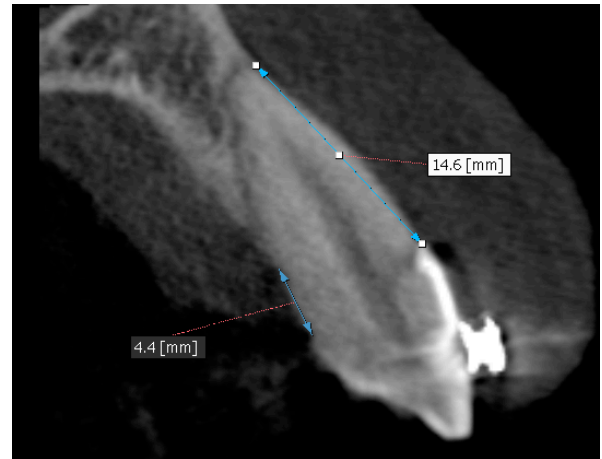
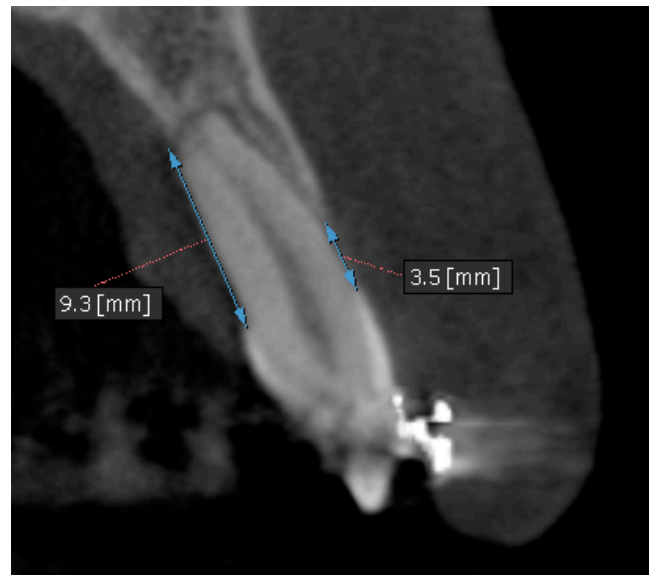
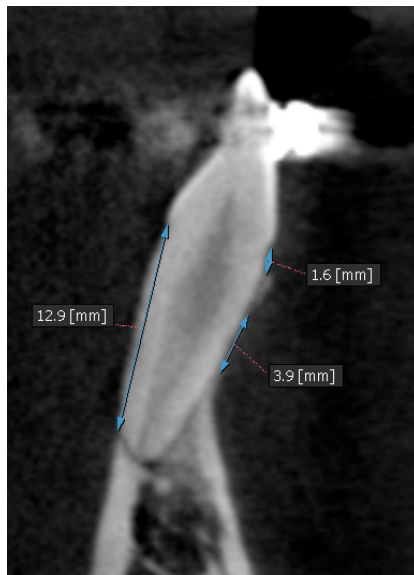


Fig.13 y 14



VI.2.1.2. Fenestraciones.

En cuanto a las fenestraciones se registraron un total de 58 lo que representa un 6,13 % de todas la localizaciones medidas, todas ellas localizadas por vestibular. De las 58 fenestraciones, 40 se localizaron en el maxilar y 18 en la mandíbula. Teniendo en cuenta el número de registros maxilares y mandibulares, el promedio fue de 1,3 fenestraciones maxilares y de 0,8 mandibulares (Fig. 15).

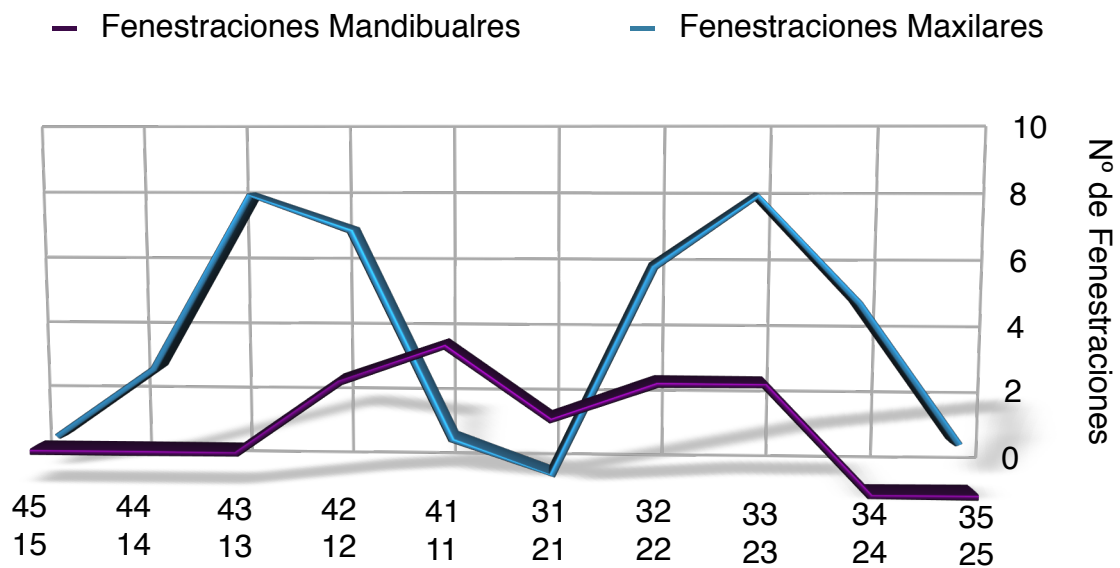


Fig.15. Distribución de fenestraciones por dientes maxilares y mandibulares.

El grupo de dientes más afectado en el maxilar es sin duda los caninos sumando un total de 16 fenestraciones, casi el 50% de la lesiones maxilares. Mientras que en la mandíbula, prácticamente todas las fenestraciones se encuentra en el área de los incisivos inferiores, que recopilan 12 de las 18 fenestraciones registradas. Aquellos dientes que de forma individual recopilan un mayor número de dehiscencias son 13 y 23 con 8 fenestraciones cada uno.

VI.2.2. Estadística Analítica.

La estadística analítica de este trabajo se ha dividido en dos, por un lado se han analizado aquellos factores que puedan estar relacionados con la incidencia de lesiones y por otro lado, aquellos factores que puedan estar relacionados con la gravedad de las mismas.

VI.2.2.1. Incidencia de Lesiones

En este apartado realizaremos un análisis de los datos de forma general y posteriormente de forma dividida en datos maxilares y mandibulares. Para este ello hemos utilizado las siguientes variables:

Independientes	Dependientes
• Edad (continua; años) • Sexo (categórica: hombre o mujer) • Maxilar/Mandibular (categórica: maxilar o mandibular) • Biotipo (categórica: fino o grueso) • Discrepancia Óseo Dentaria (continua; mm) • DOD Categorizada (categórica: >0mm, de 0 a-2,5mm, de -2 a-5,5mm y <-5mm) • Clase Molar (categórica: I, II, III) • Clase Ósea Anteroposterior (categórica: I, II, III) • Patrón Vertical (categórica: mesofacial, dólcofacial y braquifacial) • Posición de incisivo Superior (categórica: lingualizado, normoposicionado, vestibulizado) • Posición de incisivo Inferior (categórica: lingualizado, normoposicionado, vestibulizado)	• Superficies con dehiscencias totales (continua discreta) • Superficies sanas totales vestibulares (continua discreta) • Superficies con dehiscencias totales vestibulares (continua discreta) • Superficies sanas totales linguales (continua discreta) • Superficies con dehiscencias totales linguales (continua discreta) • Dientes con fenestraciones (continua discreta) • Dientes sin fenestraciones (continua discreta) • Superficies sanas vestibulares Incisivos (continua discreta) • Superficies con dehiscencias vestibulares incisivos (continua discreta) • Superficies sanas vestibulares Caninos (continua discreta) • Superficies con dehiscencias vestibulares Caninos (continua discreta) • Superficies sanas vestibulares Premolares (continua discreta) • Superficies con dehiscencias vestibulares Premolar (continua discreta) • Superficies sanas Linguales Incisivos (continua discreta) • Superficies con dehiscencias Linguales incisivos (continua discreta) • Superficies sanas Linguales Caninos (continua discreta) • Superficies con dehiscencias Linguales Caninos • Superficies sanas Linguales Premolares • Superficies con dehiscencias Linguales Premolar

Según los test estadísticos, la incidencia de dehiscencias y fenestraciones no muestra correlación con la edad ni con el sexo de los pacientes.

Distribución Máxilomandibular

Cuando los datos se agrupados en maxilares y mandibulares, los test revelaron que existe una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al número de superficies con dehiscencias y al número de dehiscencias vestibulares y linguales, siendo siempre más

numerosas en la mandíbula. Por grupos dentarios son significativamente más frecuentes en vestibular de incisivos y caninos mandibulares, mientras que en el maxilar, son significativamente más frecuentes en lingual de los incisivos (Tabla 8).

Tabla 8. Distribución Maxilar y Mandibular					
	MAX / MAND	N	Media	Desviación típ.	Sig. (bilateral)
Nº Dehiscencias totales	MANDIBULA	21	16,67	3,916	0,003*
	MAXILAR	30	13,07	4,209	
Nº Superficies sanas vestibulares	MANDIBULA	21	1,19	2,064	0,034*
	MAXILAR	30	2,47	2,047	
Nº Dehiscencias vestibulares	MANDIBULA	21	8,43	2,58	0,010*
	MAXILAR	30	6,57	2,344	
Nº Superficies sanas linguales	MANDIBULA	21	1,38	1,802	0,035*
	MAXILAR	30	2,57	1,995	
Nº Dehiscencias linguales	MANDIBULA	21	8,24	1,841	0,006*
	MAXILAR	30	6,5	2,301	
Dientes sin fenestraciones	MANDIBULA	21	8,86	1,59	0,030*
	MAXILAR	30	7,8	1,71	
Dientes con fenestraciones	MANDIBULA	21	0,76	1,3	0,241
	MAXILAR	30	1,27	1,617	
Nº dehiscencias en vestibular de incisivos	MANDIBULA	21	3,33	1,197	0,059*
	MAXILAR	30	2,63	1,326	
Superficies sanas en vestibular de incisivos	MANDIBULA	21	0,67	1,197	0,231
	MAXILAR	30	1,1	1,296	
Nº dehiscencias en vestibular de caninos	MANDIBULA	21	1,81	0,512	0,013*
	MAXILAR	30	1,27	0,868	
Superficies sanas en vestibular de caninos	MANDIBULA	21	0,14	0,359	0,033*
	MAXILAR	30	0,5	0,777	
Nº dehiscencias en vestibular de premolares	MANDIBULA	21	3,29	1,102	0,061
	MAXILAR	30	2,67	1,155	
Superficies sanas en vestibular de premolares	MANDIBULA	21	0,38	0,74	0,062
	MAXILAR	30	0,87	1,074	
Nº dehiscencias en lingual de incisivos	MANDIBULA	21	1,19	1,123	0,053*
	MAXILAR	30	1,83	1,147	
Superficies sanas en lingual de incisivos	MANDIBULA	21	2,81	1,123	0,021*
	MAXILAR	30	1,9	1,47	
Nº dehiscencias en lingual de caninos	MANDIBULA	21	1,19	0,402	0,537
	MAXILAR	30	1,27	0,45	
Superficies sanas en lingual de caninos	MANDIBULA	21	0,76	0,539	0,162
	MAXILAR	30	0,5	0,777	
Nº dehiscencias en lingual	MANDIBULA	21	2,19	0,402	0,537

Tabla 8. Distribución Maxilar y Mandibular					
	MAX / MAND	N	Media	Desviación típ.	Sig. (bilateral)
de premolares	MAXILAR	30	2,27	0,521	0,576
Superficies sanas en lingual de premolares	MANDIBULA	21	1,48	0,928	0,504
	MAXILAR	30	1,3	0,915	

Relación con biotipos periodontales

En cuanto a los biotipos periodontales, los biotipos finos presentan estadísticamente una mayor frecuencia de dehiscencias en vestibular. Por grupos dentales, las superficies vestibulares de caninos e incisivos presentaron estadísticamente mayor prevalencia de dehiscencias cuando son biotipos finos (Tabla 9).

Tabla 9. Estadísticos de grupo					
	Biotipo	N	Media	Desviación típ.	Sig. (bilateral)
Sup. Dehiscencias Vest.	FINO	20	8,35	1,755	0,019*
	GRUESO	31	6,68	2,845	
Nº Deh. Vest. Incisivos	FINO	20	3,35	1,04	0,045*
	GRUESO	31	2,65	1,404	
Nº Deh. Vest. Caninos	FINO	20	1,75	0,639	0,044*
	GRUESO	31	1,32	0,832	

Relación con factores ortodóncicos.

Cuando hablamos de patrones verticales, la única diferencia estadísticamente significativa fue localizada en las superficies vestibulares de caninos entre patrones braqui- y mesofaciales con una media de dehiscencias de 8 y 28 respectivamente.

No encontramos diferencias estadísticamente significativas cuando buscamos alguna relación entre la frecuencia de lesiones y: la discrepancia óseo dentaria (absoluta o categorizada), la clase molar, la clase ósea anteroposterior, posición anteroposterior inicial de incisivo superiores o inferiores.

Análisis de datos maxilares y mandibulares

A continuación realizamos el análisis de los datos dividiendo estos en maxilares y mandibulares.

En función de los biotipos, únicamente se encontró significación estadística en las superficies sanas vestibulares de los premolares maxilares, siendo más frecuentes en biotipos gruesos (media biotipos finos 0,3 SD $\pm$ 0,67 y en biotipos gruesos de 1,15 SD $\pm$ 1,14).

Al igual que en el análisis general cuando hablamos de patrones verticales, la única diferencia estadísticamente significativa fue localizada en las superficies vestibulares de caninos maxilares entre patrones braqui- y mesofaciales siendo más frecuentes en los caninos maxilares (promedio 0,4 dehiscencias 1,6 respectivamente).

No encontramos diferencias estadísticamente significativas cuando buscamos alguna relación entre la frecuencia de lesiones y: la discrepancia óseo dentaria (absoluta o categorizada), la clase molar, la clase ósea anteroposterior, posición anteroposterior inicial de incisivo superiores o inferiores.

VI.2.2.2. Gravedad de las Lesiones

En este apartado realizaremos un análisis de los datos de forma general y posteriormente de forma dividida en datos maxilares y mandibulares. Para ello, hemos utilizado las siguientes variables:

Independientes	Dependientes
• Edad (continua; años) • Sexo (categórica: hombre o mujer) • Maxilar/Mandibular (0=mand, 1=max) • Biotipo (0=fino, 1=grueso) • DOD (continua: milímetros) • DOD Categorizada (categorizada: >0 mm, 0 a -2,5 mm, -2 a -5,5 mm y <-5 mm) • Clase Molar (categorizada: I, II, III)	• Dehiscencias Incisivos Vestibular (continua: milímetros) • Dehiscencias Caninos Vestibular (continua: milímetros) • Dehiscencias Premolar Vestibular (continua: milímetros) • Dehiscencias Incisivos Lingual (continua: milímetros) • Dehiscencias Caninos Lingual (continua: milímetros) • Dehiscencias Premolar Lingual (continua: milímetros) • Dehiscencias Categorizadas Incisivos Vestibular (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm)

Independientes	Dependientes
• Clase Ósea Anteroposterior (categorizada: I, II, III) • Patrón vertical (categorizada: lingualizados , normoposicionados, vestibulizados) • Posición de incisivo Superior (categorizada: lingualizados , normoposicionados y vestibulizados) • Posición de incisivo Inferior (categorizada: lingualizados, normoposicionados y vestibulizados)	• Dehiscencias Categorizadas Caninos Vestibular (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm) • Dehiscencias Categorizadas Premolar Vestibular (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm) • Dehiscencias Categorizadas Incisivos Lingual (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm) • Dehiscencias Categorizadas Caninos Lingual (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm) • Dehiscencias Categorizadas Premolar Lingual (categorizada: <2mm, de 2 a 4 mm, de 4 a 6 mm y >6mm)

Según el test de correlación de Pearson, la gravedad de las lesiones tanto de las superficies vestibulares de los caninos y las palatinas de premolares se correlacionan significativamente con la edad en un 22% y un 17% (Tablas 10 y 11).

Tabla 10. Correlaciones Superficies Vestibulares

		Deh. Incisivos	Deh. Caninos	Deh. Premol.	Deh.	Deh.	Deh.
		Categorizada	Categorizada	Categorizada	Incisivos	Caninos	Premolares
EDAD	Correlación	0,037	0,195	0,072	0,016	,221*	-0,068
	Pearson						
	Sig. (bilateral)	0,608	0,059	0,333	0,829	0,032	0,361
	N	196	94	183	196	94	183

Tabla 11. Correlaciones Superficies Linguales

		Deh.	Deh. Caninos	Deh. Premol.	Deh.	Deh.	Deh.
		Incisivos	Categorizada	Categorizada	Incisivos	Caninos	Premolares
EDAD	Correlación	0,037	0,034	0,143	0,025	0,049	,174*
	Pearson						
	Sig. (bilateral)	0,606	0,748	0,052	0,727	0,639	0,018
	N	196	94	185	196	94	184

Cuando dividimos a la muestra en función del sexo, se aprecian diferencias significativas en superficies palatinas de premolares siendo más graves en hombres que en mujeres aunque la diferencia entre medias es poco llamativa (2,9 mm en mujeres y 3,3mm en hombres).

Distribución máxilomandibular

El análisis de la t-student para muestras independientes, comparando los datos entre maxilares y mandibulares, muestra diferencias significativas en vestibular de incisivos, caninos, premolares y linguales de incisivos, todos ellos mostrando mayor gravedad en la mandíbula (Tablas 12 y 13).

Tabla 12. Dehiscencias en milímetros					
	MAX_MAND	N	Media	Desviación típ.	Sig. (bilateral)
Dehis. Vest. Incisivos	MANDIBULA	84	4,788	2,7185	0,00*
	MAXILAR	112	2,867	1,6683	
Dehis. Vest. Caninos	MANDIBULA	41	6,822	3,2527	0,00*
	MAXILAR	53	4,053	3,2183	
Dehis. Vest. Premolares	MANDIBULA	77	5,474	2,5888	0,04*
	MAXILAR	106	4,515	3,7232	
Dehis. Ling. Incisivos	MANDIBULA	84	4,706	2,7996	0,00*
	MAXILAR	112	2,955	1,6043	
Dehis. Ling. Caninos	MANDIBULA	41	3,388	1,4054	0,39
	MAXILAR	53	3,117	1,5878	
Dehis. Ling. Premolares	MANDIBULA	77	2,948	0,9065	0,812
	MAXILAR	107	2,989	1,4050	

Tabla 13. Dehiscencias Categorizadas					
	MAX_MAND	N	Media	Desviación típ.	Sig. (bilateral)
Dehis. Vest. Incisivos	MANDIBULA	84	1,67	1,090	0,00*
	MAXILAR	112	0,86	0,708	
Dehis. Vest. Caninos	MANDIBULA	41	2,22	1,037	0,00*
	MAXILAR	53	1,21	1,026	
Dehis. Vest. Premolares	MANDIBULA	77	2,01	1,057	0,00*
	MAXILAR	106	1,29	1,104	
Dehis. Ling. Incisivos	MANDIBULA	84	1,62	0,993	0,00*
	MAXILAR	112	0,97	0,811	
Dehis. Ling. Caninos	MANDIBULA	41	1,29	0,814	0,15
	MAXILAR	53	1,04	0,876	
Dehis. Ling. Premolares	MANDIBULA	77	0,96	0,549	0,98
	MAXILAR	108	0,96	0,784	

Relación con los biotipos periodontales

Si agrupamos a los pacientes por biotipos periodontales, y los comparamos, obtenemos diferencias significativas en vestibular de incisivos (gravedad absoluta y categorizada), premolares (gravedad absoluta y categorizada) y en caninos (gravedad categorizada). En todos los casos muestran mayor gravedad los periodontos finos (Tablas 14 y 15).

Tabla 14. Dehiscencias en milímetros

	BIOTIPO	N	Media	Desviación típ.	Sig. (bilateral)
Dehis. Vest. Incisivos	FINO	80	4,494	2,6836	0,00*
	GRUESO	116	3,136	1,9634	
Dehis. Vest. Caninos	FINO	39	5,995	3,3661	0,08
	GRUESO	55	4,740	3,5291	
Dehis. Vest. Premolares	FINO	71	5,708	3,0999	0,01*
	GRUESO	112	4,418	3,3703	
Dehis. Ling. Incisivos	FINO	80	4,093	2,9088	0,08
	GRUESO	116	3,439	1,8526	
Dehis. Ling. Caninos	FINO	39	3,269	1,7070	0,85
	GRUESO	55	3,211	1,3676	
Dehis. Ling. Premolares	FINO	72	3,035	1,0384	0,57
	GRUESO	112	2,931	1,3245	

Tabla 15. Dehiscencias Categorizadas

	BIOTIPO	N	Media	Desviación típ.	Sig. (bilateral)
Dehis. Vest. Incisivos	FINO	80	1,53	1,043	0,00*
	GRUESO	116	0,98	0,865	
Dehis. Vest. Caninos	FINO	39	2,00	1,076	0,01*
	GRUESO	55	1,40	1,132	
Dehis. Vest. Premolares	FINO	71	1,96	1,061	0,00*
	GRUESO	112	1,37	1,131	
Dehis. Ling. Incisivos	FINO	80	1,30	1,011	0,54
	GRUESO	116	1,22	0,902	
Dehis. Ling. Caninos	FINO	39	1,15	0,933	0,96
	GRUESO	55	1,15	0,803	
Dehis. Ling. Premolares	FINO	72	1,04	0,659	0,21
	GRUESO	113	0,91	0,714	

Relación con factores ortodóncicos

Cuando tratamos de correlacionar la **discrepancia óseo dentaria** absoluta (mm) con la gravedad de las dehiscencias no encontramos ninguna correlación aunque se puede destacar la *cuasi* ($P 0,060$) correlación que se da entre la DOD y la gravedad de las dehiscencias en vestibular de los incisivos.

Por otro lado, cuando realizamos el análisis en función de la DOD categorizada (>0mm, de 0 a -2,5mm, de -2 a -5,5mm y de <-5,5mm) obtenemos también una diferencia significativa en las dehiscencias vestibulares de incisivos entre la categoría DOD>0mm con las categorías DOD de -2 a -5,5mm y DOD < de -5,5mm (Tabla 16).

Tabla 16. Dehiscencias vestibulares de Incisivos		
DOD Categorizada	N	Media (mm)
DOD +	42	2,7*
DOD 0 A -2,5	84	3,695
DOD -2,5 A -5,5	35	4,163*
DOD<-5,5	35	4,394*

Agrupando los datos en función de la **clase molar** obtenemos diferencias significativas en superficies palatinas y vestibulares de incisivos tanto en datos absolutos como categorizados. En concreto, en dehiscencias vestibulares de incisivos (datos absolutos y categorizados) se detectan diferencias entre los casos de clase III molar con los de clase I y clase II molar. Mientras que en las dehiscencias palatinas de incisivos, se detectan diferencias entre los casos de clase I los de clase II molar (datos absolutos y categorizados) (Tablas 17 y 18).

Tablas 17. Dehiscencias Vestibular de Incisivos			
CLASE MOLAR	N	Media (mm)	Media (Categorías)
CLASE I MOLAR	78	3,118 ^A	1,01 ^A
CLASE 2 MOLAR	92	3,585 ^B	1,18 ^B
CLASE 3 MOLAR	26	5,781 ^{AB}	1,85 ^{AB}

Diferencias significativa entre la media del grupo de clase III con los grupos de clase I y clase II

Tablas 18. Dehiscencias Lingual de Incisivos			
CLASE MOLAR	N	Media (mm)	Media (Categorías)
CLASE I MOLAR	78	3,074*	1,04*
CLASE 2 MOLAR	92	4,251*	1,42*
CLASE 3 MOLAR	26	3,669	1,27

Diferencias significativa entre los grupos de clase I y clase II

Sin embargo, no se encuentran diferencias significativas cuando hablamos de **clase ósea**. Por otro lado, en función del **patrón vertical**, se han encontrado diferencias significativas en las dehiscencias vestibulares de premolares entre los patrones dólícos- y braquifaciales (medias 6,0 mm y 3,9 mm respectivamente).

Cuando analizamos la gravedad de las dehiscencias en función de la **posición inicial de los incisivos superiores** encontramos diferencias significativas en las dehiscencias de premolares vestibulares (categorizadas) y palatinas (absolutas). En ambos casos, los casos vestibulizados son significativamente menos graves que los casos normales y lingualizados (tabla 19).

Tabla 19. Dehiscencias vestibulares de premolares			
Posición Incisivos Superior	N	Palatino (Media en mm)	Vestibular (Media Cat.)
vestibulizado	56	2,575 ^{AB}	1,27 ^{AB}
normal	43	3,163 ^A	1,73 ^A
lingualizado	74	3,197 ^B	1,77 ^{AB}

Mientras tanto, agrupando los casos en función de la **posición inicial de los incisivos inferiores**, encontramos diferencias significativas en las dehiscencias palatinas de los tres grupos de dientes (tablas 20 y 21).

Tabla 20. Dehiscencias Palatinas (mm)						
Posición Inc. Inf.	Incisivos		Caninos		Premolares	
	N	Med. (mm)	N	Med. (mm)	N	Med. (mm)
Normal	53	2,932 ^{AB}	50	3,048 ^B	102	2,717 ^A
Vestibulizado	109	3,912 ^A	27	3,07 ^A	47	3,213 ^{AB}
Lingualizado	24	4,296 ^B	11	4,609 ^{AB}	24	3,696 ^B

Tabla 21. Dehiscencias Palatinas (categorías)						
Posición Inc. Inf.	Incisivos		Caninos		Premolares	
	N	Med. (cat.)	N	Med. (cat.)	N	Med. (cat.)
Normal	53	1,00	50	1,04	102	0,84
Vestibulizado	109	1,30	27	1,15 ^A	47	1,06 ^A
Lingualizado	24	0,161	11	1,73 ^A	24	1,38 ^A

Como se puede apreciar en esta tabla, las dehiscencias palatinas en incisivos, caninos y premolares son más graves cuanto más lingualizados se encuentran los incisivos al comenzar el tratamiento y menos graves cuando los incisivos inferiores parten de una posición normal.

A partir de ahora, realizaremos en análisis de la gravedad de las dehiscencias dividiendo los datos en maxilares y mandibulares.

Análisis de datos maxilares y mandibulares.

Una vez los datos han sido divididos en maxilares y mandibulares, la agrupación por **biotipos periodontales** revela que, según los datos categorizados, en vestibular de los incisivos mandibulares la gravedad de las dehiscencias en los biotipos finos es casi el doble y 1,5mm más graves según los datos absolutos. En el maxilar, las dehiscencias en vestibular de caninos y premolares es más grave en los casos de periodontos finos (2 mm y 1,5 mm peores respectivamente) (tabla 22).

Tabla 22. Distribución en función de los Biotipos Periodontales					
		BIOTIPO	N	Media	Sig. (bilateral)
MANDIBULA	Dehis. Vest. Incisivos	FINO	40	2,03	0,003*
	Categorizada	GRUESO	44	1,34	
	Dehis. Vest. Incisivos	FINO	40	5,553	0,013*
	(mm)	GRUESO	44	4,093	
MAXILAR	Dehis. Vest. Caninos	FINO	19	1,63	0,039*
	Categorizada	GRUESO	34	0,97	
	Dehis. Vest. Premo.	FINO	34	1,71	0,07*
	Categorizada	GRUESO	72	1,10	
	Dehis. Vest. Incisivos	FINO	40	3,435	0,028*
	(mm)	GRUESO	72	2,551	
	Dehis. Vest. Caninos	FINO	19	5,353	0,026*
	(mm)	GRUESO	34	3,326	
	Dehis. Vest.	FINO	34	5,571	0,044*
	Premolares (mm)	GRUESO	72	4,017	

Cuando tratamos de correlacionar la **DOD** con la gravedad de las dehiscencias obtenemos una correlación negativa del 23% entre la DOD y la gravedad de las dehiscencias vestibulares de los incisivos maxilares (P 0,036).

Agrupando los casos en función de la **clase molar**, los test determinan que: en las clases III molares la gravedad de las dehiscencias en vestibular de los incisivos mandibulares y maxilares son el doble de graves que en los casos de clases I y II molares (tablas 23 y 24).

Tabla 23. Dehiscencias Vestibulares de Incisivos Mandibulares			
CLASE MOLAR	N	Media (mm)	Media (Categorías)
CLASE I MOLAR	32	4,256 ^B	1,44 ^B
CLASE 2 MOLAR	44	4,55 ^A	1,64 ^A
CLASE 3 MOLAR	8	8,225 ^{AB}	2,75 ^{AB}

Tabla 24. Dehiscencias Vestibulares de Incisivos Maxilares			
CLASE MOLAR	N	Media (mm)	Media (Categorías)
CLASE I MOLAR	46	2,326	0,72
CLASE 2 MOLAR	48	2,700	0,77
CLASE 3 MOLAR	18	4,694	1,44

También encontramos diferencias significativas en cuanto a las superficies vestibulares de premolares mandibulares entre los casos de clase I y clase III molar (media categorizada 1,74 y 2,75 respectivamente).

Por otro lado, en la cara lingual de los incisivos mandibulares, existe una diferencia significativa entre los casos de clase I molar y los de clase II molar. Aunque, como se puede apreciar, los casos de clase III aunque no tienen una diferencia significativa con ningún grupo se encuentran un punto intermedio (tabla 25).

Tabla 25. Dehiscencias Palatinas Incisivos Mandibulares		
CLASE MOLAR	N	Media (mm)
CLASE I MOLAR	32	3,641*
CLASE 3 MOLAR	8	4,650
CLASE 2 MOLAR	44	5,491*

Un fenómeno similar ocurre cuando analizamos los casos en función de la **clase esquelética**: en los casos de clase II esquelética, las dehiscencias en lingual de los incisivos inferiores dobla prácticamente a los casos de clase I y III (tabla 26). Sin embargo, en las dehiscencias linguales de los incisivos maxilares, la diferencia se encuentra entre los casos de clase III y los de clase I esquelética (datos categorizados 0,69 y 1,24 respectivamente)

Tabla 26. Dehiscencias Palatinas Incisivos Mandibulares			
Clase Esquelética	N	Media (mm)	Media (categorías)
CLASE I Esquelética	36	3,550*	1,28*
CLASE 3 Esquelética	8	3,825	1,38
CLASE 2 Esquelética	32	6,281*	2,00*

También encontramos diferencias significativas en las dehiscencias vestibulares en premolares maxilares entre los casos de clase I esquelética (media 3,439 mm) y los de clase II (media 2,698 mm).

Cuando agrupamos los casos en función del **patrón vertical**, encontramos diferencias en las dehiscencias vestibulares de los incisivos y premolares maxilares, tanto en datos absolutos como en los datos categorizados (tablas 27 y 28).

Tabla 27. Dehiscencias Vestibulares Incisivos Maxilares			
Clase Esquelética	N	Media (mm)	Media (categorías)
Dólicofacial	36	2,397*	0,58*
Braquifacial	15	2,433	0,80
Mesofacial	59	3,241*	1,02*

Tabla 28. Dehiscencias Vestibulares Premolares Maxilares			
Clase Esquelética	N	Media (mm)	Media (categorías)
Braquifacial	16	2,35 ^{AB}	0,63 ^C
Mesofacial	61	4,7 ^A	1,36
Dólicofacial	25	5,852 ^B	1,68 ^C

La **posición inicial del incisivo superior** sólo parece estar relacionada con las dehiscencias de los premolares maxilares (tablas 29).

Tabla 29. Dehiscencias Linguales Premolares Maxilares			
Clase Esquelética	N	Media (mm)	Media (categorías)
Vestibulizado	39	2,487*	0,77*
Normoposicionado	28	3,089	0,97
Lingualizado	36	3,572*	1,25*

Mientras que la **posición inicial de los incisivos inferiores** parece tener más relación con la gravedad de las dehiscencias linguales de los caninos mandibulares (tablas 30).

Tabla 30. Dehiscencias Linguales Caninos Mandibulares			
Posición Inc. Sup.	N	Media (mm)	Media (categorías)
Normoposicionado	12	2,95 ^A	1,08 ^A
Vestibulizado	23	3,243 ^B	1,22 ^B
Lingualizado	2	6,9 ^{AB}	3 ^{AB}

Gravedad de las lesiones en función de los anchos de arcada.

En último lugar intentamos relacionar el ancho inicial arcadas y el cambio producido en el ancho de las mismas, con una mayor gravedad de las dehiscencias y fenestraciones. En este apartado utilizaremos las siguientes variables:

- Maxilar/Mandibular (0=mand, 1=max)
- Ancho intercanino inicial (mm)
- Anchura inicial entre 1^{os} premolares (mm)
- Anchura inicial entre 2^{os} premolares (mm)
- Diferencia anchura intercanina (mm)
- Diferencia anchura premolar4 (mm)
- Diferencia anchura premolar5 (mm)
- Dehiscencia 13+23/2 Vestibular (mm)
- Dehiscencia 14+24/2 Vestibular (mm)
- Dehiscencia 15+25/2 Vestibular (mm)
- Dehiscencia 13+23/2 Lingual (mm)
- Dehiscencia 14+24/2 Lingual (mm)
- Dehiscencia 15+25/2 Lingual (mm)
- Fenestraciones 13+23/2 (mm)
- Fenestraciones 14+24/2 (mm)
- Fenestraciones 15+25/2 (mm)

En cuanto a la relación entre la **anchura inicial de las arcadas** y la gravedad de las dehiscencias, sólo se encontró una correlación estadística del 30% entre la distancia entre primeros premolares y la gravedad de las dehiscencias palatinas de los mismos.

Por otro lado, analizamos la posible correlación entre los **cambios en los anchos intraarcada** con la gravedad de las lesiones. En este caso no encontramos correlación significativa en ninguno de los tres anchos analizados ni tampoco cuando dividimos la muestra entre casos maxilares y mandibulares.

VII. Discusión

VII.1. Selección de la muestra.

En la selección de la muestra utilizamos la inclusión consecutiva de casos o muestreo consecutivo. Aunque el muestreo consecutivo es una técnica de muestreo no probabilística, ya que no todos los sujetos tienen la misma probabilidad de ser incluidos, puede ser representativa de la población objeto de estudio. Está indicada cuando los pacientes que cumplen los requisitos del estudio son escasos y difíciles de encontrar.

Hubiera sido deseable poder comparar el grupo experimental con un grupo control de pacientes sin tratamiento ortodóncico, pero en la actualidad no disponemos de esa muestra.

También hubiera sido deseable encontrar una muestra de pacientes sin ausencias dentales puesto que esa muestra representaría mejor a los pacientes de nuestro día a día, sin embargo, no sería ético la realización de escáneres a dichos pacientes sin motivos terapéuticos diagnósticos relevantes.

VII.2. Selección de la técnica. Precisión del CBCT.

Tras las mediciones realizadas en nuestro estudio *in-vitro* obtuvimos un margen de error de -0,05mm (SD $\pm$ 0,32) y 0,04mm (SD $\pm$ 0,09).

El dispositivo utilizado para realizar los registros CBCT (Vatech, Seúl, Corea del Sur). Este dispositivo posee un tamaño de voxel de 0,206 x 0,206 x 0,206mm y un tamaño de imagen de 608x608x608 voxels. Fue calibrado a 75 Kvp, 7mA y 360 grados en 24 segundos. El software de edición y medición de los CBCT fue Ezimplant 3D Viewer (Vatech, Seoul, Corea del Sur). A diferencia de otros dispositivos de escaneado frecuentemente utilizados en ortodoncia con amplios captadores para poder realizar cefalometrías tridimensionales, el dispositivo utilizado en este trabajo contaba con un campo de visión limitado de 12x9 cm, puesto que cuanto mayor es el campo de visión de un dispositivo mayor es la radiación, la dispersión, el ruido y menor es la resolución espacial (Molen 2010).

Por ejemplo, Leung y cols. (2010) utilizaron un CBCT con un FOV de 350 mm x 350 mm y un tamaño de voxel de 0,38 mm, para estudiar la precisión de dicho escáner a la hora de medir la altura del hueso marginal alveolar en calaveras desecadas. Según sus análisis determinaron que las mediciones diferían en 0,6 mm (prácticamente un error medio 10 veces superior). En nuestro caso utilizamos un FOV de menor tamaño (12x9 cm) ello significa que a iguales circunstancias, un menor FOV nos debería proporcionar imágenes con una dosis menor de radiación y menos ruido. Y además, un voxel de menor tamaño (0,206 x 0,206 x 0,206 mm) nos debería aportar una mejora en el promedio del volumen parcial.

Otro trabajo realizado con FOV de gran tamaño (250 x 200mm) y dos voxels de diferentes tamaños (0,4 y 0,25 mm) fue un estudio *in-vitro* (Sun et al. 2011) llevado a cabo en mandíbulas de cerdo. Se utilizaron 11 hemimandíbulas, en ellas compararon la precisión del CBCT (iCAT, Hatfield, Pa) con voxels de 0.4 mm y 0.25 mm. Realizaron un escaneado previo y otro tras la reducción artificial de la altura y el volumen de la cortical vestibular. En sus resultados, todas las mediciones fueron sobreestimadas, siendo menor con voxels de 0.25 mm. La discrepancia entre las mediciones reales y las digitales varió entre -1.2 y +1.1 mm (media 0,55mm) siendo menor en los escaneados realizados con voxels de 0,25 mm.

Con el mismo dispositivo CBCT, Ising y cols. (2012) utilizaron 4 calaveras. En ellas crearon de forma artificial 24 dehiscencias y se midieron de forma directa y de forma digital en modalidad multiplanar o 3D a varias densidades distintas. Al igual que en el estudio anterior,

el error medio fue de 0,57 mm sin diferencias estadísticas entre los diferentes tipos de medición.

Aunque la precisión que presentan estos dispositivos (Sun et al. 2011; Leung et al. 2010; Ising et al. 2012) sea más que aceptable, quizá estos dispositivos (con grandes FOV) no sean los idóneos a la hora de realizar estudios de estructuras pequeñas y delgadas como el hueso alveolar.

En nuestro trabajo solamente tuvimos la oportunidad de medir una dehiscencia ósea. Debido a la ausencia de dientes y restos radiculares, tuvimos la oportunidad de valorar la calidad y precisión del escáner a la hora de visualizar hueso alveolar vestibular, como podemos apreciar en las imágenes.

En otros trabajos que se han publicado en este campo obtuvieron resultados similares. Mol y Balasundaram. (2008) (Newtom QR-DVT-9000, Verona, Italia) evaluaron la pérdida de hueso marginal en 145 situaciones sobre 5 calaveras desecadas. Las mediciones digitales fueron comparadas con mediciones reales y radiografías retroalveolares. En sus resultados la media de error fue de -0,23 mm, una ligera infraestimación de la realidad, mientras que en las radiografías retroalveolares la diferencia fue de -1,17 mm, prácticamente una infraestimación seis veces mayor.

Timock y cols. (2011) encontraron en la mediciones de dehiscencias sobre 12 calaveras un error medio de 0,3 mm y tan solo de 0,13 cuando se medía el grosor de la tabla ósea.

Y en otro trabajo similar sobre calaveras humanas, utilizando voxels de 0,125 mm y 0,4 mm (Patcas et al. 2012), obtuvieron resultados precisos según los autores con diferencias muy pequeñas entre los dos grupos: la media de error varió entre -0,34 mm y 0,70 mm, con una discrepancia máxima de 2,1 mm.

El único estudio *in-vivo* (Lund et al. 2010) encontrado en nuestra revisión fue llevado a cabo sobre pacientes que durante el tratamiento de ortodoncia fueron subsidiarios de extracciones dentarias. Tras obtener un escaner de los pacientes (Accuitomo FPDJ. Morita Mfg Corp, Kyoto, Japan), se procedió a la extracción dental, en ese momento se realizó la medición directa de la altura desde la unión amelocementaria al hueso alveolar y la longitud radicular, una vez realizada la extracción. Un total de 13 pacientes fueron analizados. En este estudio también se llevó a cabo una prueba *in-vitro* para valorar si existía diferencia o no en cuanto a las mediciones *in-vitro* e *in-vivo*. Los resultados fueron un error medio de -0,04 *in-vitro* y de 0,40 mm *in-vivo*.

Al igual que en el estudio anterior, es obvio que nuestros resultados *in-vivo* no serán tan exactos que los obtenidos de forma *in-vitro* por varios motivos: por un lado el tiempo de escaneado es un inconveniente puesto que a mayor tiempo de escaneado mayores son las posibilidades de movimiento del sujeto y por tanto mayores las posibilidades de disminuir la resolución espacial. Debido a la naturaleza de los casos recopilados, varios sujetos fueron escaneados con brackets metálicos lo cual también puede añadir ruido y artefactos, aunque según estudios *in-vitro*, dichos artefactos son pocos y débiles (Ejima et al. 2012). Y por otro lado, con una calavera desecada es mucho más sencillo discernir entre densidad aire y densidad hueso para el programa mientras que con la presencia de tejidos blandos, la absorción de radiación es mayor y por tanto las mediciones serán menos precisas. Sería necesaria la utilización de un fantoma con líneas paralelas para valorar la precisión real de nuestro dispositivo en condiciones idóneas.

VII.3. Análisis de Datos.

VII.3.1. Dehiscencias.

En este trabajo hemos considerado como dehiscencia aquella situación en la distancia LAC-HA supera los 2 mm. Para que nuestro estudio pueda ser comparado con otros trabajos similares, la determinación de esta distancia se basó en otros trabajos similares (Evangelista et al. 2010; Lund 2011; Enhos et al. 2012).

Según estudios previos (Persson et al. 1998), basándose en radiografías intraorales realizadas a pacientes periodontalmente sanos, la distancia media desde el límite amelocementario al hueso alveolar es de 1,4 mm (D.S.±0,7) entre los 15 y los 24 años; 3,0 (D.S.±1,5) entre los 45 y los 54 años de edad; y 3,02 (D.S.±1,4) entre los 75 y los 94 años de edad. Debemos recalcar que las radiografías intraorales únicamente pueden medir distancias en mesial y distal de cada diente y en nuestro caso medimos las superficies vestibulares y linguales. Estudios más recientes (Cook et al. 2011), basándose en mediciones sobre CBCT, determinaron que únicamente un 9,2% presentó una distancia LAM-HA menor de 2,5 mm; un 71,4% presentó una distancia entre 2,5 y 3,5 mm y un 19,4% de los casos presentaron más de 3,5 mm.

En nuestro estudio, se contabilizaron como dehiscencias el 78,4% de las superficies analizadas. Quizá un dato ligeramente sobreestimado si tenemos en cuenta el comentario anterior.

La distribución de las dehiscencias entre maxilares y mandibulares fue prácticamente idéntica (52,8% y 47,2% respectivamente). Teniendo en cuenta el número de maxilares y mandíbulas estudiadas, el promedio de dehiscencias por maxilar fue de 13,1 mientras que el promedio de lesiones en mandíbula fue de 16,7. De hecho, la frecuencia de dehiscencias en superficies vestibulares y linguales de la mandíbula fue superior de forma estadísticamente significativa.

En cuanto a su distribución vestibulo-lingual, las dehiscencias, se repartieron prácticamente al 50% en el maxilar y en la mandíbula.

Quizá una de los puntos débiles que ofrece este trabajo es la falta de referencias previas al tratamiento, es decir, no podemos conocer con seguridad si los defectos óseos ya se encontraban ahí o han sido creados a partir del tratamiento de ortodoncia. En un intento de comparar nuestros datos con un grupo control externo, una de las mejores referencias que

podamos encontrar en la literatura al respecto es un trabajo (Evangelista et al. 2010) donde se analizaron 149 CBCT de pacientes no tratados ortodóncicamente. En ellos, la prevalencia de dehiscencias fue del 51,09%, y al igual que en nuestro estudio. Por el contrario, en su estudio obtienen una frecuencia superior en las superficies vestibulares y en el maxilar y las dehiscencias tuvieron mayor prevalencia en los dientes mandibulares. Por grupos dentales, la distribución en la mandíbula concuerda prácticamente con la nuestra, aunque en el maxilar sus casos presentan mayor afectación en caninos y primeros premolares, mientras que en nuestro caso, los más afectados, son los incisivos maxilares.

Otro tipo de estudios que nos pueden servir para conocer la prevalencia de lesiones óseas en pacientes no tratados ortodóncicamente son los estudios *in-vitro* llevados a cabo sobre calaveras disecadas. En esta línea, Nimegean y cols. (2009), sobre 138 calaveras desecadas, describieron una prevalencia de dehiscencias del 4,25%, prevalencia bastante inferior a la nuestra (78,4%).

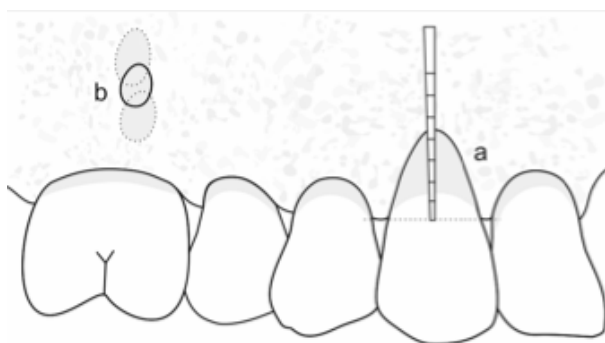


Fig. 16 Esquema extraído de Nimegean y cols. 2009

Sin embargo, en otro trabajo donde también realizaron mediciones sobre calaveras fue el llevado a cabo por Rupprecht y cols. (2001) sobre una muestra extraída de 146 cráneos humanos y 3315 dientes. Contabilizaron una prevalencia de dehiscencias del 4,1%, también bastante inferior a la nuestra. En ambos casos (Rupprecht et al. 2001; Nimegean et al. 2009),

la contabilización de dehiscencias se realizó a partir de los 4 mm partiendo el nivel del hueso mesial y distal (Fig. 16), lo cual puede explicar la baja tasa de dehiscencias en comparación con nuestros resultados. Aunque, es cierto, que estas comparaciones deben ser tomadas con mucha cautela pues en estos casos el tiempo y el estado de conservación de las calaveras, la distribución de dientes remanentes, la media de edad (pre-mortem) de la muestra y su relación con posibles afectaciones periodontales, pueden conllevar importantes y variadas modificaciones en la anatomía de las calaveras.

En el análisis estadístico, la frecuencia en vestibular de caninos e incisivos mandibulares y en lingual de incisivos maxilares fue significativamente mayor. Este hecho puede ser debido a la necesidad de solventar resaltes aumentados, aunque el resalte no fue una característica estudiada en este trabajo y deberá tenerse en consideración para futuras investigaciones.

Estos últimos datos no distan en exceso de aquellos que aportan trabajos como el de Ghassemian y cols. (2012) en que reportan una prevalencia de dehiscencias (>2 mm LAC-

HA) en pacientes no tratados del 30,3% en dientes anteriores (incisivos centrales, laterales y caninos).

Ello puede ser debido a que, según un estudio (Jin et al. 2012) realizado en pacientes no tratados con ortodoncia, el grosor del hueso alveolar en caninos y primeros premolares (sobre todo en su área más coronal) es significativamente más delgado que en segundos premolares y molares. Mientras que los incisivos, en comparación con los caninos, no muestran diferencias estadísticamente significativas (Ghassemian et al. 2012). De los dientes que forman el grupo anterior, el porcentaje de ellos que superan los 2 mm de grosor varía entre 0% y 28,8%, lo cual es un claro indicativo de la delicadeza del hueso alveolar vestibular.

VII.3.2. Fenestraciones

Fueron contabilizadas como fenestraciones aquellos casos en que la lesión quedaba circunscrita a la región de hueso periapical sin afectación de la porción más coronal del hueso alveolar.

Las fenestraciones únicamente se localizaron en un 6,13% de las superficies y la distribución fue 70% maxilares y 30% mandibulares. Todas las fenestraciones fueron localizadas en vestibular.

Cabe remarcar que los caninos maxilares recopilaron el 50% de todas las fenestraciones, mientras que en la mandíbula, los incisivos fueron los más afectados recopilando 12 de las 18 fenestraciones halladas en la mandíbula. En el caso de los caninos, su alto índice de fenestraciones podría deberse a la extrema delgadez del hueso vestibular (Jin et al. 2012) o a un excesivo torque radículo-vestibular. En cuanto a los incisivos inferiores mandibulares la lógica puede llevarnos a pensar que dichas lesiones sean debidas a un exceso de inclinación corono-lingual en compensación en los casos de clase III.

Estos resultados parecen ser aceptables cuando los comparamos con otras muestras, en concreto con una muestra extraída de 146 cráneos humanos y 3315 dientes (Rupprecht et al. 2001) donde se contabilizaron un 9% de fenestraciones, siendo éstas más frecuentes en el maxilar.

En el caso de Nimigean y cols. (2009) sobre 138 calaveras desecadas describen una prevalencia de fenestraciones muy similar (8,56 %).

Evangelista y cols. (2010), en pacientes reales y mediante CBCT, obtiene una prevalencia de fenestraciones del 36,51%, unos datos muy superiores a los de nuestro estudio. Sin embargo, la distribución máxilo-mandibular concuerda, siendo éstas más presentes en el maxilar, mientras que, por grupos de dientes, en su caso los incisivos laterales son los más afectados en el maxilar (en nuestro estudio es el canino), y en la mandíbula los incisivos (al igual que en nuestro trabajo).

VII.3.3. Biotipo Periodontal

Frecuencia

Según nuestros resultados las dehiscencias fueron estadísticamente más frecuentes en biotipos finos, sobre todo en vestibular de caninos e incisivos.

No encontramos diferencias cuando analizamos los datos maxilares y mandibulares por separado.

Gravedad

Al igual que la frecuencia, las dehiscencias, también son estadísticamente más graves en vestibulares de incisivos, caninos y premolares en biotipos finos.

Cuando analizamos los datos maxilares y mandibulares por separado, apreciamos que en los incisivos mandibulares de biotipos finos (los más afectados), las dehiscencias son el doble de graves de forma estadísticamente significativa. Mientras que en el maxilar, son estadísticamente más graves en caninos y premolares (2 y 1,5 mm de media respectivamente).

Como se puede comprobar en este apartado, los biotipos finos son estadísticamente más susceptibles a padecer lesiones óseas y quizá sea debido a las características anatómicas intrínsecas de cada grupo. Según un estudio con CBCT (Cook et al. 2011), los pacientes con biotipos periodontales finos presentan un grosor de hueso alveolar significativamente más fino que los biotipo gruesos (aproximadamente la mitad de grosor). Y además, también están asociados con una mayor distancia basal entre el límite amelocementario y el hueso alveolar (3,35-3,39 mm en biotipos finos y 3,06-3,15 en biotipos gruesos). Esto explicaría de forma clara los resultados obtenidos en nuestra investigación.

VII.3.4. Factores Ortodóncicos

De los factores ortodóncicos, cabe destacar que no se ha encontrado relación entre la frecuencia y la clase ósea, la clase molar, la discrepancia óseo-dentaria, la posición inicial de los incisivos superiores o inferiores. Una posible explicación a este hecho podría ser el tamaño muestral de nuestro trabajo. Cuando dividimos la muestra en los distintos subgrupos en función de las categorías de estas variables, en algunos casos el número de sujetos en alguno de los subgrupos podría ser insuficiente para poder alcanzar resultados significativos en algunas de las comparaciones realizadas.

VII.3.4.1. Patrón Vertical

Parece ser que la frecuencia de las dehiscencias ha sido estadísticamente superior en patrones mesofaciales, sobre todo en caninos y más específicamente en caninos maxilares.

Estos datos no distan de otros estudios (Enhos et al. 2012), donde en pacientes no tratados con ortodoncia, los patrones meso- y dólicofaciales presentaron una mayor frecuencia de dehiscencias en comparación con los patrones braquifaciales, aunque la diferencia fue relativamente pequeña (8,18%, 8,35% y 6,56% respectivamente).

Evangelista y cols. (2010) también analizaron el estado del hueso alveolar e intentaron correlacionarlo con el patrón facial de los pacientes. Sobre 149 pacientes, no encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Sin embargo, en cuanto a la gravedad, los patrones braquifaciales salen estadísticamente peor parados, más específicamente los premolares maxilares. Una posible explicación a este hecho es que, debido a ser menos frecuentes, sólo los casos más graves son los que alcanzan expresión clínica.

VII.3.4.2. Clase Ósea

Los análisis de la gravedad en función de la clase ósea demuestran que, estadísticamente, han sido más graves las dehiscencias en lingual de incisivos mandibulares en pacientes de clase II ósea. Esto tiene sentido ya que la tendencia habitual en pacientes de clase II esquelética es vestibular los incisivos inferiores en un intento de disminuir el resalte y poder crear espacio para mesializar los sectores

posteriores, para conseguir una relación de clase I molar y canina que camufle la clase II esquelética que presentan estos pacientes.

En un trabajo retrospectivo muy similar al que hoy presentamos (Yagci et al. 2012), se utilizaron 123 CBCT (iCAT 17-19, Hatfield, Pa) y clasificaron a los pacientes según su relación ósea en clase I, II y III en función del ángulo ANB. Sus resultados determinaron que los pacientes con clase II ósea presentaron una mayor prevalencia de fenestraciones (18,33% en mandíbula y 19,49% en maxilar). En cuanto a las dehiscencias, no encontraron diferencias entre los diferentes grupos. A su vez, la distribución de los defectos fue superior en las superficies vestibulares, de ellos las fenestraciones fueron más frecuentes en el maxilar y las dehiscencias en incisivos mandibulares.

Evangelista y cols. (2010) también analizaron el estado del hueso alveolar e intentaron correlacionarlo con la clase ósea del paciente. En sus resultados mostraron que los pacientes con clase I ósea presentan una mayor prevalencia de dehiscencias, un 35% más que los pacientes de clase II.

En cuanto a la gravedad, las dehiscencias en el maxilar, son estadísticamente más graves en vestibular de premolares en los pacientes de clase I.

Un estudio que valora la gravedad media de las dehiscencias presentes (Kook et al. 2012) en pacientes con clase I y clase III ósea no tratados ortodóncicamente describieron que los pacientes de clase III tuvieron mayor gravedad en sus dehiscencias que los pacientes de clase I. En ambos grupos, las superficies linguales obtuvieron peores resultados que las superficies vestibulares y aun peor en la mandíbula. Estos datos concuerdan con nuestros hallazgos, aunque no la distribución de las frecuencias según el patrón esquelético.

VII.3.4.3. Clase Molar

En este caso obtenemos unos resultados similares al apartado anterior siendo estadísticamente más graves en lingual de incisivos de pacientes con clase II molar. La explicación podría ser la misma a la expuesta anteriormente.

Y además, una mayor gravedad en vestibular de incisivos en pacientes de clase III molar siendo, en este caso, doblemente graves que en los pacientes de clase I y II molar (tanto en el maxilar como en la mandíbula). Ya hemos explicado un hallazgo similar anteriormente, que podría ser debido a la tendencia a lingualizar

ortodóncicamente los incisivos inferiores que habitualmente en las clases III se encuentran más adelantados que la norma.

VII.3.4.4. Discrepancia Óseo-dentaria

El análisis de los datos reportó una mayor gravedad (categorizada) en vestibular de incisivos, siendo el resultado casi estadísticamente significativo ($P = 0,060$). Cuando analizamos los datos maxilares y los mandibulares por separado, obtuvimos una correlación (23%) entre la DOD y la gravedad de las dehiscencias en vestibular de los incisivos maxilares.

VII.3.4.5. Posición de los Incisivos Inferiores y Superiores

Cuando partimos con unos incisivos inferiores lingualizados, las dehiscencias son estadísticamente más graves en palatino/lingual de incisivos, caninos y premolares. Más concretamente en lingual de incisivos mandibulares, la media triplica a la de los otros grupos.

En el maxilar, una posición lingualizada de los incisivos inferiores produce dehiscencias más graves en palatino de premolares y en vestibular de caninos.

En este caso, nuestros datos, se encuentran en consonancia con otros estudios (Kook et al. 2012) en él

Cuando los incisivos superiores parten de una posición lingualizada se ve mayor afectación en las superficies linguales de premolares, más concretamente en lingual de premolares maxilares.

VII.3.4.6. Gravedad en función de la anchura inicial de arcada y los cambios producidos en ellas.

Aunque la media de expansión de las arcadas a nivel de caninos fue de 1,70 mm, a nivel de primeros premolares fue de 3,77 mm y a nivel de segundos premolares fue de 2,94 mm. Y los cambios más extremos a nivel de caninos fue de 8,2 mm, a nivel de primeros premolares fue de 9,2 mm y a nivel de segundos premolares fue de 8,1 mm. Sólo se pudo correlacionar en un 30% la anchura inicial entre los primeros premolares y la gravedad de las dehiscencias ocurridas en ellos.

En este estudio, todos los pacientes presentaban una o varias ausencias dentales. Por ello, en prácticamente todos los casos se llevaron a cabo mecánicas de expansión y apertura de espacio/s para la colocación de implantes dentales, lo cual puede explicar en parte que las prevalencias sean más elevadas que en otros estudios.

Como contrapunto a nuestro trabajo, algunos investigadores han estudiado las repercusiones sobre el hueso alveolar periradicular de tratamientos ortodóncicos llevados a cabo con extracciones, como por ejemplo, el estudio retrospectivo de Ahn y cols. (2012) sobre 37 pacientes, tratados con extracciones de cuatro primeros premolares. En él realizaron (con el mismo CBCT que el utilizado en nuestro estudio) un análisis del hueso que circunscribe a la raíz dental de incisivos centrales, laterales y caninos maxilares. En su análisis observaron que la distancia LAC-HA aumentó en palatino y en vestibular, y que en incisivos, la pérdida ósea en lingual fue superior que en los caninos. Estos cambios dejaron altos porcentajes de dehiscencias en las superficies linguales (67% en incisivos centrales, 68% en incisivos laterales y 32% en caninos) mientras que en vestibular los porcentajes fueron bastante bajos (entre un 2 y 14%).

Otro trabajo similar (Guo et al. 2011) sobre 20 pacientes tratados con extracciones y anclaje óseo con mini-implantes determinó una pérdida ósea de 0,54 mm en vestibular y de 2,61 mm en lingual de los incisivos superiores.

De forma prospectiva Lund y cols. (2012) estudiaron con una metodología muy similar a la seguida en este estudio a un grupo de pacientes con clase I molar y apiñamiento menor de 5 mm que fueron tratados ortodóncicamente con aparatología de arco recto (MBT) y extracciones de premolares. En sus resultados observaron que en pacientes tratados con extracción de premolares, el hueso tanto lingual como vestibular se modificaba de forma negativa en la mandíbula una media de 1 mm en el hueso vestibular y una media de 5,5mm en el hueso lingual de incisivos inferiores. El hueso alveolar maxilar perdía una media aproximada de 1mm en lingual y una media 0,6mm en vestibular.

Muy similar al estudio anterior es el estudio de Sarikaya y cols. (2002) sobre 19 pacientes tratados con extracciones. Los resultados concuerdan con los presentados por Lund y cols. En la mandíbula, el hueso alveolar vestibular se vio alterado de forma estadísticamente significativa mientras que el hueso alveolar vestibular maxilar prácticamente se mantuvo intacto. El hueso alveolar lingual se vio disminuido de forma estadísticamente significativa tanto en el maxilar como en la mandíbula.

VII.3.5. Repercusiones sobre los tejidos gingivales.

Hoy en día existe mucha controversia acerca de las repercusiones clínicas de estas lesiones (dehiscencias y fenestraciones óseas) y de las reacciones de los tejidos blandos en presencia de las mismas.

Por un lado, en ciertos estudios clínicos, la proclinación está asociada con dehiscencias óseas y retracción gingival (Wennström 1987; Wennström 1996b; Wennström 1996a) y otros trabajos no encuentran correlación entre la cantidad de movimiento vestibular y dichas alteraciones periodontales (Karring et al. 1982; Vasconcelos et al. 2012; Melsen & Allais 2005; Holmes et al. 2005; Kornhauser et al. 1996).

Según estudios clásicos (Wennström et al. 1987; Wennström 1996b) sobre simios, la proclinación o movimientos en masa de los dientes generan un adelgazamiento del hueso alveolar vestibular, mientras que los movimientos contrarios hacia lingual generan un engrosamiento, siendo determinante el grosor o volumen de encía insertada para la generación de una recesión gingival.

Sin embargo, en los estudios ya mencionados sobre casos de extracciones dentales y retrusión de dientes anteriores, (Sarıkaya et al. 2002; Lund et al. 2012; Guo et al. 2011; Ahn et al. 2012) los resultados demuestran que el grosor del hueso vestibular no mejora y en la mayoría de los casos se adelgaza y se pierde en sentido vertical.

En nuestro caso, la media de seguimiento de estos pacientes tras finalizar el tratamiento ortodóncico hasta su última revisión fue de 21,8 meses. Ninguno de los pacientes tratados en este estudio necesitaron, en ese tiempo, tratamiento de recubrimiento radicular. Eso nos lleva a pensar en que el hecho de generar una dehiscencia o una fenestración ósea no parece estar acompañado en todos los casos con una recesión gingival (o al menos no de gravedad). Podríamos aventurar que cuando el hueso alveolar desaparece, la relación entre el tejido gingival y la superficie radicular es similar a que ocurre cuando se consigue una cobertura radicular mediante procedimiento mucogingivales. En estudios sobre cirugía plástica periodontal llevados a cabo en perros (Holmes et al. 2005), se examinó histológicamente la cicatrización de colgajos reposicionados coronalmente. El examen reveló que la unión del tejido gingival y el tejido radicular se componía en un 50% de epitelio de unión y un 50% de unión conectiva. Resultados similares se reportaron en casos humanos (Harris 1999; Majzoub et al. 2001).

En un estudio retrospectivo sobre 588 pacientes sometidos a tratamiento ortodóncico (Vasconcelos et al. 2012) se determinó un porcentaje de recesiones del 10.3% (n=57), la mayoría como Miller Clase I (n=47). De esos 57 sujetos, el 51% ya presentaban recesiones antes del tratamiento de ortodoncia y por tanto, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el estado previo y el subsecuente al tratamiento de ortodoncia. Las recesiones encontradas fueron predominantemente en incisivos centrales mandibulares. En cuanto a la posición de los incisivos inferiores, el 42,9% de las recesiones Miller clase II se dio en casos con un ángulo incisivo-plano mandibular $\leq 92,58^\circ$ y una relación ósea de clase II. En dicho estudio no se especifica el tipo de aparatología utilizada durante el tratamiento de ortodoncia.

Otros trabajos retrospectivos, como el de de Closs y cols. (2007) sobre 209 registros fotográficos y modelos de estudios, determinaron que existe estadísticamente una mayor prevalencia de recesiones en los pacientes una vez han sido tratados ortodóncicamente.

Una revisión sistemática (Joss-Vassalli et al. 2010) nos advierte de una posible tendencia a la propensión de recesiones gingivales en pacientes tratados ortodóncicamente o con dientes más vestibulizados/protuidos. Sin embargo, nos recuerdan también que la evidencia de los trabajos revisados es muy débil, sobre todo debido a la ausencia de estudios con grupos control, puesto que no debemos olvidar que la edad puede ser un factor de confusión debido a la alta prevalencia de los jóvenes a padecer recesiones gingivales, sobre todo debido al cepillado traumático.

En contraposición a los estudios anteriores, nos encontramos con trabajos como el de Melsen y Allais (2005) sobre 150 pacientes, analizando múltiples factores como la altura de la encía queratinizada, los cambios dimensionales de las arcadas, la posición de los incisivos, el patrón de crecimiento, el biotipo gingival, etc. Concluyeron que sólo un 15% de los dientes experimentó un empeoramiento de la recesión preexistente, mientras que un 5% de las recesiones preexistentes mejoraron con el tratamiento. Estos datos concuerdan con otros trabajos similares (Ruf et al. 1998) donde revisaron el estado periodontal de 380 incisivos y sólo un 3% de ellos desarrollaron recesiones de carácter leve.

En estudios clínicos prospectivos sobre humanos (Kornhauser et al. 1996; Djeu et al. 2002) tampoco fue posible encontrar una relación entre la proclinación de los incisivos inferiores y el aumento del tamaño de la corona clínica o presencia de recesiones gingivales.

Allais y Melsen (2003), en un estudio de casos y controles, analizaron 300 casos (150 tratados con ortodoncia y 150 que sirvieron como grupo control). En los casos tratados, el avance de los incisivos mandibulares aumentó un promedio de 3,4mm (SD 2,6mm) la profundidad de las

arcadas; aun así, no encontraron diferencias clínicas relevantes llevando a los autores a concluir que, a la hora de decantarse entre un tratamiento con extracciones y un tratamiento sin extracciones con movimiento labial de los incisivos, esta última opción es una alternativa valiosa sin riesgo de producir un deterioro clínico relevante del periodonto.

Incluso estudios clínicos controlados a largo plazo y 8 años post-retención (Årtun & Grobety 2001), no encuentran diferencias en el estado periodontal entre aquellos pacientes que no han sufrido avance o proclinación de los incisivos y aquellos en los que si se han avanzado o proclinado.

VIII. Conclusiones

Comprendiendo las limitaciones del presente trabajo y en función de nuestros objetivos establecidos:

- 1) Los registros mediante CBCT parecen aptos para evaluar el estado del hueso alveolar periradicular. El margen de error medio *in-vitro* fue de -0,05mm (SD $\pm$ 0,32) y 0,04mm (SD $\pm$ 0,09).
- 2) La prevalencia de dehiscencias es elevada (78,4%) mientras que la prevalencia de fenestraciones es bastante inferior (6,13%).
- 3) Los pacientes con biotipos periodontales finos presentan mayor prevalencia y mayor gravedad de lesiones óseas (en incisivos mandibulares y en caninos y premolares maxilares).
- 4) Parece ser que la frecuencia de las dehiscencias ha sido estadísticamente superior en patrones mesofaciales, sobre todo en caninos y más específicamente en caninos maxilares. En cuanto a la gravedad, los patrones braquifaciales salen estadísticamente peor parados, más específicamente los premolares maxilares.
- 5) Al contrario de lo que pudiéramos pensar, los pacientes de clase II molar y ósea presentaron mayor prevalencia de dehiscencias en lingual de incisivos mandibulares. Mientras que los casos de clase III molar presentaron lesiones el doble de graves en vestibular de incisivos maxilares y mandibulares.

- 6) Cuando partimos con unos incisivos inferiores lingualizados, las dehiscencias son estadísticamente más graves en palatino/lingual de incisivos, caninos y premolares. Más concretamente en lingual de incisivos mandibulares la media triplica a la de los otros grupos.
- 7) El análisis de la discrepancia óseo-dentaria únicamente reveló una ligera correlación (30%) negativa con la gravedad de las dehiscencias en vestibular de los incisivos maxilares.
- 8) En función a la revisión realizada parece que no existe acuerdo en cuanto a la repercusión que éstas lesiones óseas puedan tener a largo plazo. La gran variedad de resultados parece indicar que aunque la ausencia de hueso vestibular pueda generar un ambiente predisponente para la generación de una recesión gingival, existen múltiples factores asociados y todavía se debe desentrañar cual es su peso potencial en el desarrollo de la recesión.

IX. Bibliografía

AAO, 2010. Resolution 26-10H of the American Association of Orthodontics. *aaomembers.org*. Available at: <http://www.aaomembers.org/Resources/Publications/ebulletin-05-06-10.cfm> [Accessed June 5, 2013].

Aass, A.M. & Gjermo, P., 1992. Changes in radiographic bone level in orthodontically treated teenagers over a 4-year period. *Community dentistry and oral epidemiology*, 20(2), pp.90–93.

Ahn, H.-W., Moon, S.C. & Baek, S.-H., 2012. Morphometric evaluation of changes in the alveolar bone and roots of the maxillary anterior teeth before and after en masse retraction using cone-beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*.

Allais, D. & Melsen, B., 2003. Does labial movement of lower incisors influence the level of the gingival margin? A case-control study of adult orthodontic patients. *European journal of orthodontics*, 25(4), pp.343–352.

Alqerban, A. et al., 2011. Comparison of 6 cone-beam computed tomography systems for image quality and detection of simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 140(3), pp.e129–e139.

Alqerban, A. et al., 2009. In-vitro comparison of 2 cone-beam computed tomography systems and panoramic imaging for detecting simulated canine impaction-induced external

- root resorption in maxillary lateral incisors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(6), pp.764.e1–764.e11.
- Arsan, V., Karabuda, Z.C. & Özdemir, T., 2010. Accuracy of Two Stereolithographic Guide Systems for Computer-Aided Implant Placement: A Computed Tomography-Based Clinical Comparative Study. *Journal of Periodontology*, 81(1), pp.43–51.
- Årtun, J. & Grobety, D., 2001. Periodontal status of mandibular incisors after pronounced orthodontic advancement during adolescence: a follow-up evaluation. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 119(1), pp.2–10.
- Baumgaertel, S. et al., 2009. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(1), pp.19–25.
- Bondemark, L., 1998. Interdental bone changes after orthodontic treatment: a 5-year longitudinal study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 114(1), pp.25–31.
- Brezniak, N. et al., 2010. Biomechanics of self-ligating brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(4), p.444.
- Chen, S.S.-H. et al., 2010. Systematic review of self-ligating brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(6), pp.726.e1–726.e18.
- Closs, L.Q. et al., 2007. Gingival margin alterations and the pre-orthodontic treatment amount of keratinized gingiva. *Brazilian oral research*, 21(1), pp.58–63.
- Cook, D.R. et al., 2011. Relationship between clinical periodontal biotype and labial plate thickness: an in vivo study. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 31(4), pp.345–354.
- Davies, R., Downer, M. & Hull, P., 1974. Alveolar defects in human skulls. *Journal of clinical*

- DiBiase, A.T. et al., 2011. Duration of treatment and occlusal outcome using Damon3 self-ligated and conventional orthodontic bracket systems in extraction patients: A prospective randomized clinical trial. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 139(2), pp.e111–e116.
- Djeu, G., Hayes, C. & Zawaideh, S., 2002. Correlation between mandibular central incisor proclination and gingival recession during fixed appliance therapy. *The Angle Orthodontist*, 72(3), pp.238–245. Available at: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=12071607&retmode=ref&cmd=prlinks>.
- Ejima, K.-I. et al., 2012. Influence of metal artifacts on in vivo micro-CT for orthodontic mini-implants. *Journal of oral science*, 54(1), pp.55–59.
- Enhos, S. et al., 2012. Dehiscence and fenestration in patients with different vertical growth patterns assessed with cone-beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 82(5), p.120223050840005.
- Evangelista, K. et al., 2010. Dehiscence and fenestration in patients with Class I and Class II Division 1 malocclusion assessed with cone-beam computed tomography. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 138(2), pp.133.e1–7– discussion 133–5.
- Fleming, P.S., DiBiase, A.T. & Lee, R.T., 2010. Randomized clinical trial of orthodontic treatment efficiency with self-ligating and conventional fixed orthodontic appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(6), pp.738–742.
- Ghassemian, M. et al., 2012. The thickness of facial alveolar bone overlying healthy maxillary anterior teeth. *Journal of Periodontology*, 83(2), pp.187–197.
- Grunheid, T. et al., 2012. Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compared with a digital x-ray machine in orthodontic imaging. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 141(4), pp.436–443.

- Guo, Q.-Y. et al., 2011. Three-dimensional evaluation of upper anterior alveolar bone dehiscence after incisor retraction and intrusion in adult patients with bimaxillary protrusion malocclusion. *Journal of Zhejiang University. Science. B*, 12(12), pp.990–997.
- Harris, R., 1999. Human histologic evaluation of root coverage obtained with a connective tissue with partial thickness double pedicle graft. A case report. *Journal of Periodontology*.
- Heymann, G.C. et al., 2010. Three-dimensional analysis of maxillary protraction with intermaxillary elastics to miniplates. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(2), pp.274–284.
- Hollender, L., Rönnerman, A. & Thilander, B., 1980. Root resorption, marginal bone support and clinical crown length in orthodontically treated patients. *European journal of orthodontics*, 2(4), pp.197–205.
- Holmes, H.D., Tennant, M. & Goonewardene, M.S., 2005. Augmentation of faciolingual gingival dimensions with free connective tissue grafts before labial orthodontic tooth movement: an experimental study with a canine model. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 127(5), pp.562–572.
- Ising, N. et al., 2012. Evaluation of dehiscences using cone beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 82(1), pp.122–130.
- ISRAEL, H., 1978. A Complication of Orthodontic Therapy: Localized Facial Recession and Loss of Attached Gingiva Treated by Grafting. *The Angle Orthodontist*, 48(2), pp.149–153.
- Janson, G. et al., 2003. Comparative radiographic evaluation of the alveolar bone crest after orthodontic treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 124(2), pp.157–164.
- Jerrold, L., 2007. Liability regarding computerized axial tomography scans. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(1), pp.122–124.
- Jin, S.-H. et al., 2012. The thickness of alveolar bone at the maxillary canine and premolar teeth in normal occlusion. *Journal of periodontal & implant science*, 42(5), pp.173–178.

- Joss-Vassalli, I. et al., 2010. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 13(3), pp.127–141. Available at: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=20618715&retmode=ref&cmd=prlinks>.
- Kaklamanos, E.G. & Athanasiou, A.E., 2011. Systematic review of self-ligating brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 139(2), pp.145–146.
- Karring, T., Nyman, S. & Thilander, B., 1982. Bone regeneration in orthodontically produced alveolar bone dehiscences. *Journal of Periodontal*
- Kau, C.H. et al., 2010. Evaluation of CBCT Digital Models and Traditional Models Using the Little's Index. *The Angle Orthodontist*, 80(3), pp.435–439.
- Kook, Y.-A., Kim, G. & Kim, Y., 2012. Comparison of alveolar bone loss around incisors in normal occlusion samples and surgical skeletal class III patients. *The Angle Orthodontist*, 82(4), p.111130082342004.
- Kornhauser, S., Schwartz, Z. & Bimstein, E., 1996. Changes in the gingival structure of maxillary permanent teeth related to the orthodontic correction of simple anterior crossbite. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 110(3), pp.263–268.
- Larson, B.E., 2012. Cone-beam computed tomography is the imaging technique of choice for comprehensive orthodontic assessment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 141(4), pp.402–404– 406 passim.
- Leung, C.C. et al., 2010. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(4 Suppl), pp.S109–19.
- Lindhe, J., Lang, N.P. & Karring, T., 2008. *Clinical periodontology and implant dentistry*, Wiley-Blackwell.

- Löst, C., 1984. Depth of alveolar bone dehiscences in relation to gingival recessions. *Journal of Clinical Periodontology*.
- Ludlow, J. et al., 2006. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 35(4), p.219.
- Ludlow, J., Davies-Ludlow, L. & Brooks, S., 2003. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofacial Radiology*, 32(4), p.229.
- Lund, H., 2011. Cone beam computed tomography in evaluations of some side effects of orthodontic treatment. *Swedish dental journal. Supplement*, (219), pp.4–78.
- Lund, H., Grondahl, K. & Grondahl, H.-G., 2009. Accuracy and precision of linear measurements in cone beam computed tomography Accuitomo(R) tomograms obtained with different reconstruction techniques. *Dento maxillo facial radiology*, 38(6), pp.379–386.
- Lund, H., Gröndahl, K. & Gröndahl, H.-G., 2012. Cone beam computed tomography evaluations of marginal alveolar bone before and after orthodontic treatment combined with premolar extractions. *European journal of oral sciences*, 120(3), pp. 201–211. Available at: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=22607336&retmode=ref&cmd=prlinks>.
- Lund, H., Gröndahl, K. & Gröndahl, H.-G., 2010. Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*, 80(3), pp.466–473.
- Mah, J.K. et al., 2003. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 96(4), pp.508–513.
- Majzoub, Z. et al., 2001. Histology of Connective Tissue Graft. A Case Report. *Journal of Periodontology*, 72(11), pp.1607–1615.
- Melsen, B. & Allais, D., 2005. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective study of adult orthodontic patients. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 127(5), pp.552–61– quiz 625.

- Merrett, S.J., Drage, N.A. & Durning, P., 2009. Cone beam computed tomography: a useful tool in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Journal of Orthodontics*, 36(3), pp.202–210.
- Mol, A. & Balasundaram, A., 2008. In vitro cone beam computed tomography imaging of periodontal bone. *Dento maxillo facial radiology*, 37(6), pp.319–324.
- Molen, A.D., 2010. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(4), pp.S130–S135.
- Müller, H., 1997. Gingival phenotypes in young male adults. *Journal of Clinical Periodontology*.
- Müller, H., 2005. Variance components of gingival thickness. *Journal of periodontal research*.
- Müller, H., Schaller, N. & Eger, T., 2000. Thickness of masticatory mucosa. *Journal of clinical*
- Müller, H.-P. & Eger, T., 2002. Masticatory mucosa and periodontal phenotype: a review. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 22(2), pp.172–183.
- Nimigean, V.R. et al., 2009. Alveolar bone dehiscences and fenestrations: an anatomical study and review. *Romanian journal of morphology and embryology = Revue roumaine de morphologie et embryologie*, 50(3), pp.391–397.
- Ochsenbein, C., 1969. A reevaluation of osseous surgery, *Dental Clinics of North America*.
- Pandis, N., Polychronopoulou, A. & Eliades, T., 2010. Active or passive self-ligating brackets? A randomized controlled trial of comparative efficiency in resolving maxillary anterior crowding in adolescents. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(1), pp.12.e1–12.e6.
- Patcas, R. et al., 2012. Accuracy of cone-beam computed tomography at different resolutions assessed on the bony covering of the mandibular anterior teeth. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 141(1), pp.41–50.

- Patel, S. et al., 2009. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *International Endodontic Journal*, 42(6), pp.507–515.
- Pauwels, R. et al., 2012. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *European journal of radiology*, 81(2), pp.267–271.
- Pearson, L.E., 1968. Gingival height of lower central incisors, orthodontically treated and untreated. *The Angle Orthodontist*, 38(4), pp.337–339.
- Persson, R.E. et al., 1998. Horizontal alveolar bone loss and vertical bone defects in an adult patient population. *Journal of Periodontology*, 69(3), pp.348–356.
- Polson, A.M. et al., 1988. Long-term periodontal status after orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 93(1), pp.51–58. Available at: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=3422121&retmode=ref&cmd=prlinks>.
- Qiu, L. et al., 2012. Accuracy of orthodontic miniscrew implantation guided by stereolithographic surgical stent based on cone-beam CT-derived 3D images. *The Angle Orthodontist*, 82(2), pp.284–293.
- Quintero, J.C. et al., 1999. Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. *The Angle Orthodontist*, 69(6), pp.491–506.
- Ricketts, R.M., 1961. Cephalometric analysis and synthesis. *The Angle Orthodontist*.
- Ricketts, R.M., 1960. Cephalometric synthesis: An exercise in stating objectives and planning treatment with tracings of the head roentgenogram. *American Journal of Orthodontics*.
- Rogers, S.A., Drage, N. & Durning, P., 2011. Incidental findings arising with cone beam computed tomography imaging of the orthodontic patient. *The Angle Orthodontist*, 81(2), pp.350–355.
- Ruf, S., Hansen, K. & Pancherz, H., 1998. Does orthodontic proclination of lower incisors in children and adolescents cause gingival recession? *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*,

114(1), pp.100–106. Available at: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/efetch.fcgi?dbfrom=pubmed&id=9674687&retmode=ref&cmd=prlinks>.

Rupprecht, R.D. et al., 2001. Prevalence of Dehiscences and Fenestrations in Modern American Skulls. *Journal of Periodontology*, 72(6), pp.722–729.

Sarikaya, S. et al., 2002. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 122(1), pp.15–26.

Scarfe, W.C., Farman, A.G. & Sukovic, P., 2006. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal (Canadian Dental Association)*, 72(1), pp.75–80.

Sfondrini, M.F. et al., 2012. Reconditioning of self-ligating brackets. *The Angle Orthodontist*, 82(1), pp.158–164.

Steiner, C.C., 1959. Cephalometrics in clinical practice. *The Angle Orthodontist*.

Steiner, G. & Pearson, J., 1981. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. *Journal of Periodontology*.

Sun, Z. et al., 2011. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 139(2), pp.e117–e127.

Thilander, B. et al., 1983. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. *European journal of orthodontics*, 5(2), pp.105–114.

Timock, A.M. et al., 2011. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 140(5), pp.734–744.

Vasconcelos, G. et al., 2012. Prevalence and severity of vestibular recession in mandibular incisors after orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*, 82(1), pp.42–47.

- Veli, I. et al., 2011. Mandibular asymmetry in unilateral and bilateral posterior crossbite patients using cone-beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 81(6), pp. 966–974.
- Weisgold, A., 1977. *Contours of the full crown restoration*, The Alpha omegan.
- Wennström, J., 1987. Lack of association between width of attached gingiva and development of soft tissue recession. *Journal of Clinical Periodontology*.
- Wennström, J., 1996a. Mucogingival therapy. *Annals of periodontology*.
- Wennström, J.L., 1996b. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Seminars in Orthodontics*, 2(1), pp.46–54.
- Wennström, J.L. et al., 1987. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *Journal of Clinical Periodontology*, 14(3), pp.121–129.
- Yagci, A. et al., 2012. Dehiscence and fenestration in skeletal Class I, II, and III malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 82(1), pp. 67–74.
- Zachrisson, B.U. & ALNÆS, L., 1974. Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. II. Alveolar bone loss: radiographic findings. *The Angle Orthodontist*, 44(1), pp.48–55.