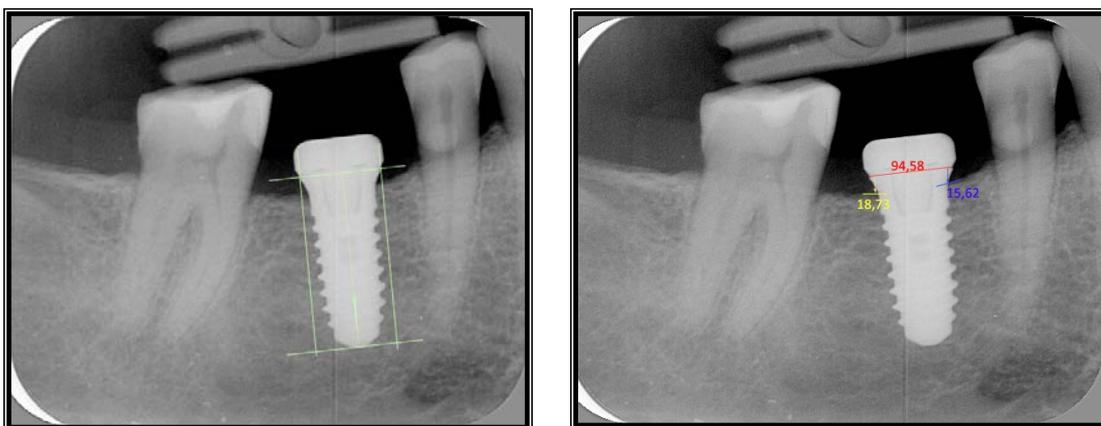


TESIS DOCTORAL



CARGA TEMPRANA DE IMPLANTES KLOCKNER EC 0.7 Y EC 1.5[®] DE 4.0 Y 4.8 EN LA ZONA POSTERIOR DE MAXILAR O MANDIBULA: ESTUDIO CONTROLADO ALEATORIZADO DE RESTAURACIONES CARGADAS A LAS SEIS SEMANAS DE LA CIRUGIA

Tesis presentada por

Borja Dehesa Ibarra

Universidad de Sevilla 2015

Para optar al grado de Doctor en Odontología

AGRADECIMIENTOS

En mi trabajo diario, que fundamentalmente se centra entre las cuatro paredes de una clínica, muchas veces por las prisas o por las agendas, no tengo presente en todo momento a quién debo las cosas mi la vida. Las verdaderamente esenciales, las que valen la pena, las que de verdad importan. Y quiero aprovechar estas líneas para intentar dedicar mi recuerdo en este punto a cada una de ellas. Este proyecto y el esfuerzo que representa va por y para ellas. Para mi gente, para mi yo más íntimo.

En primer lugar quiero agradecer y tener presente en este punto al director de este trabajo, el Profesor Pedro Bullón. Por su ánimo, por su ilusión permanente, por su contagio de ese virus que llamamos “investigación”. Sus consejos y su ejemplo sé que van a tener en mí una gran repercusión a lo largo de mi desarrollo profesional y personal. Quiero agradecer el honor que supone tener un director de tesis de su talla personal y profesional.

En segundo lugar, la vida me ha enseñado que hay personas “redondas”, esto es, sin aristas, personas muy pulidas, personas que todo les va bien, que ante un problema siempre te responden con una solución certera, que ante un desanimo siempre apoyan su mano en tu espalda para darte ánimos, personas que siempre dan sin esperar nada. Son un club muy selecto, y son muy poquitos, y yo he tenido la suerte de conocer a uno. Se llama Vicente. Vicente Ríos. Quiero agradecer su interés, su ayuda y su constante apoyo. Quiero agradecer que siempre que le he requerido, he tenido una solución precisa y una sonrisa por respuesta.

Esta tesis habría sido imposible sin una compañera y sin una amiga con la que siempre estaré en deuda y que siempre me ha dado más que yo a ella. Todos sabemos que esta tesis es más de Carmen Díaz que mía y yo no estaría hoy escribiendo esto si ella no me hubiera dado toneladas y toneladas de ayudas. Gracias Carmen.

Las cosas no son lo que son por un fenómeno espontaneo y yo no estaría escribiendo estas líneas si unas personas muy importantes en mi vida, más de

lo que ellas creen o se pueden llegar a imaginar, hace años me hubieran tocado con su barita mágica. Han sido para mí un ejemplo, un referente. La distancia que nos separa en nuestras vidas no implica que con su capacidad yo los sienta muy cerca cada día que trabajo. Hablo de los profesores Herrero y Lázaro. Mis maestros, mis amigos, mis compañeros.

Por supuesto a mi familia, a mis padres, a mis hermanos, a mis tíos, los que han creado siempre en mí una buena base sobre la que se ha forjado la columna de mi desarrollo. Si tuviera que decir un compañero y un amigo sobre el que siempre he aprendido la ética en mi profesión de cada día, te tendría que nombrar a ti. Gracias, tío Juan.

A alguien que durante muchos años me ha enseñado que la vida no es solo la Odontología, y que no hay nada que supere un buen paseo al atardecer con una perra olisqueando las hojas del parque. Gracias Carmen. Por enseñarme a querer.

A Klockner y a la familia Padrós. A una empresa que siempre me ha permitido desarrollar y mejorar en mi profesión. Me han transmitido la pasión por la ciencia y por mejorar mi práctica clínica, contagiándome siempre con su ilusión y su profesionalidad.

A mis amigos, porque puedo decir alto y fuerte, que siempre han estado ahí cuando los he necesitado. Porque puedo decir alto y fuerte que son los mejores del mundo. Gracias, porque me queréis con mis defectos, que son muchos.

A mis alumnos. Vaya desde aquí mi agradecimiento y mi respeto en la seguridad de que siempre me han enseñado ellos a mí mucho más que yo a ellos.

A la persona que he visto sentir con más fuerza, con más respeto y con más pasión lo que la palabra Universidad y lo que la palabra Academia significa con todas sus letras. A la persona que enmarca lo que significa espíritu universitario. Esa persona que si no existiera habría que inventarla. Gracias Francesca por la paciencia que tienes conmigo en nuestra facultad.

A esos pacientes que se acaban convirtiendo en amigos y se preocupan por ti como si fueras parte de la familia. Que se meten despacito en tu vida y en tu corazón y acaban haciendo suyos tus problemas, y hacen que ir diariamente a la consulta sea un acto maravilloso. Profesor Deus, querido Javier, gracias por insistirme tantas y tantas veces en que hiciera la tesis, yo aún no me doy cuenta, pero sé que algún día esto habrá sido importante para mí. Gracias por tu interés desinteresado.

A mi equipo. A mi segunda familia. A todo ese ejercito de mujeres que me aguanta cada día de mi vida. Personas maravillosas de las que siempre he aprendido en lo profesional y en lo personal. Máquinas constantes de cariño. Si algo soy en esta vida en cuanto a mi profesión se refiere, sé que se lo debo todo a ellas. Gracias equipo. Gracias por vuestra sonrisa matutina, por esos cafés con leche fría, por ese orden, por esa profesionalidad, por ese esfuerzo, por ese cariño, por esa paciencia conmigo, por estar siempre ahí. Todas sois parte de alguna manera de esta tesis y de este proyecto, pero de justicia es lo que es justo, y ni debo ni quiero dejar pasar un agradecimiento, el “agradecimiento” a Vanesa. Desde que la conocí, y de eso hace ya mucho, aún no ha llegado el día en que Vanesa lo tenga malo. Siempre sonriente, siempre positiva, siempre amalgamadora de sus compañeras, siempre dispuesta a ayudar, a mejorar, a sacar todo adelante. Siempre es siempre. Vanesa es un regalo que me ha dado la vida y que no merezco. Su hija, pues Vanesa está embarazada, tiene mucha suerte, porque va a tener la mejor mamá del mundo. No se si lo sabe, pero ver sus ojos risueños cada mañana hace que trabajar a su lado sea un privilegio y un gran orgullo. Gracias Vane, por ayudarme también esta vez.

Por último, a mi madre, que ya no está conmigo pero que siempre está ahí. Que me enseñó a caminar por la vida con humildad y con respeto, que me educó. Que a pesar de que ya no está a nuestro lado me sigue llevando de la mano cada día. Que me quiso siempre y yo a ella.

Gracias a todos, de todo corazón.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN-REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	10
1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	10
1.2. HISTORIA DE LA IMPLANTOLOGIA	11
1.3. LAS CELULAS DEL METABOLISMO ÓSEO	18
1.3.1. OSTEOLASTOS.....	19
1.3.2. OSTEOLASTOS.....	19
1.3.3. LA CASCADA DE LA TRANSFORMACIÓN ÓSEA	20
1.3.4. CONDENSACIÓN CELULAR	21
1.3.5. DIFERENCIACIÓN CELULAR.....	21
1.3.6. SINTESIS Y MINERALIZACIÓN DE LA MATRIZ OSTEOIDE	22
1.4. OSTEOINTEGRACIÓN	22
1.4.1. CONCEPTO DE OSTEOINTEGRACIÓN	22
1.4.2. ÉXITO-FRACASO-COMPLICACIONES.....	26
1.5. SUPERFICIES DE IMPLANTES	30
1.5.1. INTRODUCCIÓN.....	30
1.5.2. EL TITANIO	32
1.5.3. TIPOS DE SUPERFICIES DE IMPLANTES	33
1.5.3.1. Superficies de titanio pasivadas.....	33
1.5.3.2. Superficies atacadas mediante ácidos.....	35
1.5.3.3. Superficies tratadas mediante Shotblasting	35

1.5.3.4. Superficies de hidroxiapatita obtenidas mediante plasma spray.....	36
1.5.3.5. Ablación láser.....	37
1.5.3.6. Método termoquímico.....	38
1.6. TIEMPOS DE CARGA, TERMINOLOGIA	39
1.6.1. TERMINOLOGIA APARICIO	39
1.6.2. TERMINOLOGIA GRUPO ITI.....	40
1.6.3. TERMINOLOGIA ASOCIACION EUROPEA DE OSTEOINTEGRACION.....	40
1.6.4. TERMINOLOGIA ESPOSITO Y COLS.....	41
1.7. COMPORTAMIENTO DEL TEJIDO OSEO ANTE LA PRESENCIA DE CARGAS	42
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	46
2.1. INTRODUCCIÓN.....	46
2.2. EVALUACIÓN DEL HUESO.....	49
2.2.1. DISTORSIÓN RADIOGRAFICA	51
2.2.2. DEFINICIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LO PUNTOS DE REFERENCIA	56
2.2.3. UNIÓN IMPLANTE-HUESO.....	57

2.3. EVALUACIÓN DE LOS TEJIDOS BLANDOS. CONCEPTO DE ANCHURA BIOLÓGICA	58
2.4. PREMISAS A NUESTRO OBJETIVO PRINCIPAL.....	67
3. MATERIAL Y MÉTODO	70
3.1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	71
3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS	74
3.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	75
3.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	75
3.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	77
3.5.1. CON RESPECTO AL PACIENTE	77
3.5.2. CON RESPECTO A LA LOCALIZACIÓN	78
3.6. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	78
3.7. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPLANTES	79
3.8. ALEATORIZACIÓN	79
3.9. DESARROLLO DEL ESTUDIO	80
3.9.1. PROCEDIMIENTOS PREVIOS AL TRATAMIENTO	80
3.9.2. PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO	82
3.9.3. VISITA A LAS 2 SEMANAS.....	83

3.9.4. VISITA A LAS 4 SEMANAS	84
3.9.5. VISITA A LAS 6 SEMANAS	85
3.9.6. VISITA A LAS 24 SEMANAS	87
3.9.7. VISITA AL AÑO	88
3.10 RADIOGRAFIAS	89
3.10.1 MÉTODO DE REALIZACIÓN DE LA TOMA DE RADIOGRAFIAS	90
3.10.2 FABRICACIÓN DE LA FÉRULA	92
3.11 MOVILIDAD DEL IMPLANTE	92
3.11.1 ANÁLISIS DE LA FRECUENCIA DE RESONANCIA.....	93
3.12 EVALUACIÓN DEL OBJETIVO PRINCIPAL	94
3.13 EVALUACIÓN OBJETIVO SECUNDARIO: ANÁLISIS DE FRECUENCIA RESONANCIA – VALOR ISQ	95
3.13.1 CRITERIOS DE ÉXITO.....	96
3.13.2 EPISODIOS ADVERSOS	97
3.14 ANALISIS DE LOS DATOS	99
4. RESULTADOS	100
4.1. DISTRIBUCION DE IMPALNTES SEGÚN SU LOCALIZACION...	101

4.2. DISTRIBUCION DE IMPLANTES SEGÚN SU DIAMETRO, LONGITUD Y CUELLO.....	102
4.3. PERDIDA OSEA.....	104
4.4. TABACO.....	107
4.5. ESTABILIDAD DE LOS IMPLANTES.....	109
4.6. POSICION DEL IMPLANTE	112
4.7. TIPO DE IMPLANTE	122
4.8. LONGITUD DEL IMPLANTE	125
4.9. CUELLO DEL IMPLANTE	128
4.10. DIAMETRO DEL IMPLANTE	130
4.11. CALIDAD OSEA	133
5. DISCUSION	137
6. CONCLUSIONES	142
7. ANEXOS.....	143
8. BIBLIOGRAFIA.....	158

1. INTRODUCCION-REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La introducción de los implantes en la odontología permitió a nuestros predecesores realizar tratamientos protésicos fijos, incluso en casos de pérdidas de varias piezas dentales o piezas estratégicamente importantes y en consecuencia, evitar en muchos casos el empleo de prótesis removibles. En sus inicios, la cantidad y calidad inicial de hueso disponible limitaban el tipo de restauración implantosoportada posible. Más adelante se desarrollaron numerosos procedimientos destinados a regenerar y reparar el hueso perdido en el proceso alveolar (1,2), que pusieron de manifiesto la importancia que tenía el conocimiento de la anatomía y fisiología del hueso en la incorporación y posterior éxito de este tipo de procedimientos (3).

Actualmente, la utilización de los implantes en el tratamiento rehabilitador de pacientes desdentados, es una práctica común en las clínicas odontológicas. Debido a la alta predictibilidad en el tratamiento con implantes y con protocolos de carga temprana o diferida convencional, con tiempos de espera entre 6 semanas y 4 meses, se ha producido una evolución en los objetivos clínicos de los odontólogos restauradores. Hoy en día, conseguir la osteointegración de nuestras fijaciones ya no supone un objetivo primordial en nuestro tratamiento. La búsqueda de la comodidad para el paciente, la adecuación de los tejidos que rodean los implantes y nuestras restauraciones, y un componente estético y funcional natural es el objetivo primordial y final de nuestro tratamiento. Así mismo, ofrecer a nuestros pacientes rehabilitaciones protéticas en un tiempo menor, con una tasa reducida de fracaso, con mínimas complicaciones y con una alta predictibilidad, es el gran objetivo sobre el que trabaja la Comunidad Odontológica Científica Internacional.

1.2. HISTORIA DE LA IMPLANTOLOGIA

Desde tiempos remotos, el hombre ha intentado sustituir los dientes perdidos, ya sea por caries, por traumatismos, por enfermedad periodontal o por otros elementos, pretendiendo restaurar la función y la estética. Los hallazgos arqueológicos hablan de la reposición no solo en vivos, sino también en muertos, con la intención de embellecer el recuerdo de la persona fallecida. La necesidad de una prótesis dental surge como respuesta lógica a la ausencia de los dientes, elementos necesarios para la masticación e imprescindibles para el prestigio y las relaciones sociales.

La primera prótesis de la que se tiene constancia no es un diente natural o artificial sujeto a los dientes vecinos, como se ha encontrado en cráneos egipcios o fenicios, sino que es una implantación necrópsica realizada durante el Neolítico (hace unos 9000 años). El cráneo encontrado era de una mujer joven que presentaba un trozo de falange de un dedo introducido en el alveolo del segundo premolar superior derecho. (4)

Los restos antropológicos más remotos de implantes dentales colocados *in-vivo* son los de la cultura maya. El arqueólogo Popenoe, en 1931, descubrió en la Playa de los Muertos de Honduras un cráneo que presentaba en la mandíbula tres fragmentos de concha introducidos en los alvéolos de los incisivos. Este cráneo data del año 600 d.C. Los estudios radiológicos determinaron la formación de hueso compacto alrededor de los implantes, haciendo suponer que dichos fragmentos se introdujeron en vida. (4,5)

Observamos que la idea de servirse del alveolo como soporte es muy antigua, como ocurre con otras muchas técnicas de la medicina. De los egipcios, fenicios, griegos y romanos no ha llegado ninguna muestra de que llegaran a poner implantes dentales. (6) En el siglo X el andaluz islámico Abulcasix, nacido en Córdoba escribe: “en alguna ocasión cuando 1 o 2 dientes se han caído, pueden reponerse otra vez en los alveolos y unirlos con hilos de oro y así se mantienen en su lugar. Esta operación debe ser realizada con gran

delicadeza por manos habilidosas”. Vemos, que esta explicación es la perfecta descripción de un reimplante dentario. (7,8)

En distintas épocas, la sustitución de dientes ha sido concebida de diversas maneras, así, en el Medievo los cirujanos barberos, ante las exigencias de nobles y militares de rango, pusieron de moda los trasplantes dentales, utilizando como donantes a los plebeyos, militares y sirvientes. Estas prácticas fueron abandonadas ante los continuos fracasos y posible transmisión de enfermedades. Los siglos XVII y XVIII se vieron dominados por múltiples intentos de trasplantes dentarios, con un claro epicentro en Francia, que influyó en toda Europa y América del norte. (4,6).

Durante el siglo XIX y principios del XX se produjo un retroceso en el auge de la trasplantación por motivos morales (extraer un diente a un pobre para implantarlo en un rico) e higiénicos (peligro de transmisión de enfermedades) y también hubo decepción ante los resultados de la autotrasplantación (defendida casi exclusivamente por Magitot). En esta situación, el camino de la implantología y de los autotrasplantes quedó cegado y sin rumbo. Si los dientes naturales no servían, ¿Qué se podía hacer?



Imagen 1. Histología de implante osteointegrado

Los dentistas observaban a los médicos cómo trataban las fracturas. Amato Lusitano, en el s.XVI construía unos obturadores de oro. Pero aún se tardó 3 siglos en utilizar este implante dental.

A principios del s.XIX se llevó a cabo la colocación de los primeros implantes metálicos intraalveolares destacando a Maggiolo, que en 1809 introdujo un diente recién extraído. No siendo esto suficiente, los cirujanos introducían alambres, clavos y placas en los huesos para resolver fracturas. Imitándolos, varios dentistas a finales del XIX siguieron

el mismo camino. Harris, en 1887 implanto una raíz de platino revestida de plomo en un alveolo creado artificialmente. Así mismo, en las primeras décadas del s.XX nuestro predecesor Payne presentó la técnica de implantación en el tercer Congreso Dental Internacional utilizando una cápsula de plata colocada en el alveolo de una raíz. En 1909 Algrave demostró el fracaso de esta técnica con plata, dada la toxicidad de este metal en el hueso.

(7-9)

Greenfield utilizó en 1910 una cesta de iridio y oro de 24 quilates que introducía en el alveolo. Podemos considerar a este científico como el primer documento que en 1915 estableció las bases de la implantología moderna, haciendo referencia a las normas sanitarias de limpieza y esterilidad e introduciendo conceptos tan innovadores y actuales como la relevancia de la íntima asociación entre el hueso y el implante antes de pasar a sucesivas etapas. Asombrosamente, describió el concepto de implante sumergido, la curación del tejido bucal y la inmovilidad del implante, aconsejando un período de curación de 3 meses y sin ningún tipo de sobrecarga. **(8-9)**

El gran problema estaba en encontrar un metal idóneo, al igual que sucedía en cirugía general. Durante la primera guerra mundial se insertaron tornillos, clavos y placas en los hospitales militares. Fracasaron casi todos. Nadie se atrevió a hacerlo en boca o por lo menos, no se documentó. Venable, en 1937 publicó un estudio sobre cientos de fracturas, tratadas con prótesis e implantes elaboradas con un nuevo material: aleación de cobalto-cromo-molibdeno, conocido en la actualidad como Vitallium. **(10)**

La odontología aprovechó esta experiencia, en donde surgieron dos escuelas clásicas. La subperióstica del sueco Dahl, y la intraosea del italiano Formiggini. Dahl no pudo desarrollar sus trabajos en Suecia bajo amenaza de retirarle el título. Los americanos Goldberg y Gerschkoff lo visitaron, interesándose en sus conclusiones y, siguiendo sus enseñanzas publicaron en 1948 sus resultados con implantes de Vitallium.

Mientras que en EEUU este nuevo auge de la implantología no llegó a florecer, por el contrario, en Europa, prendió rápidamente. En Italia, en la

década de los 50 Marciani abría la encía, tomaba una impresión de hueso volviendo a abrir éste y colocando una infraestructura de Tangalio creando una implantología yuxtaosea. Así mismo, Formiggini, diseño un implante intraoseo en espiral que también tuvo muchos adeptos. Si bien, tanto Italia como Francia recorrían juntos el camino de la implantología, en España el odontólogo Vallespin de Zaragoza, realizó modificaciones en la técnica de implantes superiósticos, introduciendo conceptos del tipo de incisión para cubrir perfectamente el implante, que aún siguen vigentes hoy día. Murillo, en 1954 colocó varios implantes intraalveolares de acrílico que fracasaron. En 1956, Salagaray puso sus primeros implantes yuxtaosesos en Madrid. En 1957, Perron, en Valencia, comenzó a poner implantes intraoseos de tipo prismático hueco, escribiendo el primer libro de Implantología en España (Conceptos fundamentales de endoimplantología).

En 1959 se crea la Sociedad Española de Implantología, una de las más antiguas del mundo. Debemos en esta época al profesor Salagaray la anécdota de su defensa en 1974 en el Hospital Mount Sinaí de Nueva York, de los

implantes dentales, frente a sus colegas americanos que los criticaban.

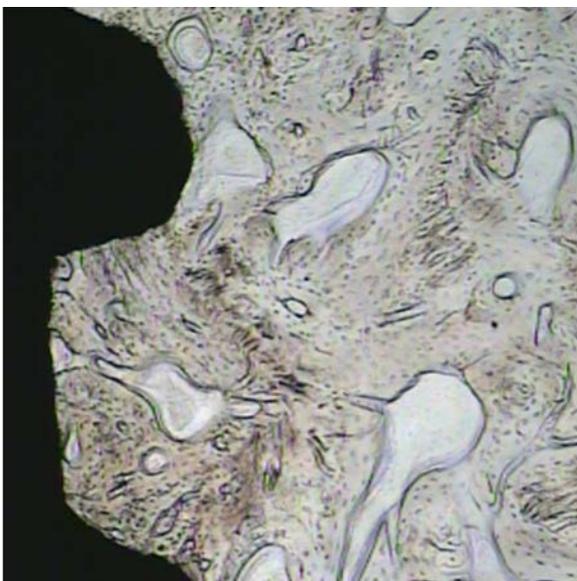


Imagen 2. Histología de espira de implante y su íntima relación con el tejido óseo.

La década de los años 60-70, estuvo dominada por el trabajo Link how, que desarrollo el implante de rosca, que predomino hasta la década de los 80. Fue en 1978 cuando se presentaron los estudios experimentales del grupo sueco de Goteborg dirigido por P.I.Branemark y T.Albrektson. En 1952, el profesor

Branemark comenzó a realizar una investigación con estudios microscópicos in-vitro de la medula ósea en peroné de conejo para conocer mejor la vascularización, tras practicar traumatismos óseos. El estudio se llevo a cabo introduciendo una cámara de titanio en el hueso del conejo. La sorpresa surgió

cuando, al ir a retirar la cámara se comprobó que no se podía realizar la retirada del hueso, ya que la estructura de titanio se había incorporado por completo en el hueso, y el tejido mineralizado era totalmente congruente con las microirregularidades de la superficie del titanio. A este hecho, se denominó *osteointegración* y a partir de entonces se comenzaron a realizar estudios para rehabilitar animales edéntulos, que resultaron eficaces, por lo que surgió la idea de crear un sustituto para la raíz de los dientes que estuviera anclado en el hueso maxilar. En esta misma línea, se encaminaron los trabajos de Adell, que en 1982 presentó los resultados de sus ensayos clínicos de larga duración sobre una muestra de 2768 implantes colocados en 410 maxilares de 371 pacientes.

Prácticamente coincidiendo en el tiempo, Schroeder, en los años 40 desarrolló en concepto de "*anquilosis funcional*" equivalente a la osteointegración.

Con la publicación de los trabajos de Branemark, que demostraba que podía lograrse la osteointegración, la implantología experimentó un cambio muy sustancial. Este descubrimiento de la osteointegración, se aplicó posteriormente a un sistema de implantes, previa investigación en el modelo animal y con estudios prospectivos clínicos a largo plazo.

Podemos concluir que la implantología es hoy una técnica con base científica y con lejanos antecedentes históricos, la cual ha ido evolucionando en la constante necesidad de restituir la pérdida dentaria. Muchas veces la evolución se ha producido gracias a experiencias empíricas, pero tras la demostración científica de la osteointegración, basada en estudios experimentales *in-vitro* y longitudinales clínicos, la implantología ha mejorado su predictibilidad y su uso se ha generalizado.

Durante la década de los 90 la implantología ha conseguido consolidarse como una nueva disciplina quirúrgica dentro del campo de la odontología y hoy en día, el tratamiento con implantes dentales en pacientes con edentulismos totales o parciales, se considera un procedimiento quirúrgico-prostodóncico.

(11)

Las mayores exigencias implantológicas y los continuos avances experimentados en el campo de la implantología han permitido el desarrollo y perfeccionamiento de implantes, aditamentos protésicos y procedimientos quirúrgicos, mejorando con ello las condiciones de recepción de los implantes y su posterior mantenimiento. (12, 13,14). Las aportaciones de los investigadores determinaron las bases de la implantología moderna, con un abanico de posibilidades que evolucionan según van surgiendo los trabajos y estudios que avalan las diferentes formas y tamaños de los implantes modernos. (15,16)

Por tanto, hoy en día los implantes dentales endoóseos son dispositivos que se insertan en el hueso maxilar para reponer dientes naturales perdidos. Coronas o puentes se unen a los implantes una vez osteointegrados para restaurar la función masticatoria.

Estudios longitudinales han demostrado que tanto implantes como prótesis, pueden funcionar de forma efectiva como reemplazo de dientes por periodos de 20 años o más.

Distintos sistemas de implantes han presentado un alto grado de supervivencia a largo plazo si se cumplen unas condiciones tanto quirúrgicas como restauradoras, que permiten conseguir una relación funcional y biológica estable entre los implantes y los tejidos circundantes (histointegración).

El desarrollo de los sistemas de implantes y técnicas para su colocación han dado como resultado una aposición directa hueso-implante sin detectar en esa interfase tejido fibroso. Esta situación puede ser estable por muchos años, pero no es análoga a los dientes naturales por no existir un ligamento periodontal que una el implante al hueso. Así pues el implante está anquilosado en el hueso dando lugar a una unión rígida que es efectiva a la hora de reemplazar un diente.

El nivel de la cresta ósea tras la colocación de restauraciones sobre implantes ha sido un tema ampliamente debatido, y se ha empleado como referencia para evaluar el éxito de los implantes durante muchos años (Albrektsson T y Cols. 1986). La literatura muestra que la altura del nivel óseo

periimplantario después del primer año de funcionamiento de las prótesis se localiza aproximadamente a nivel de la primera espira del implante; 1.5-2 mm por debajo de la unión implante-pilar, aunque es dependiente de la localización de la interfase implante-pilar en relación a la cresta ósea (Hermann JS 197, 2000).

La preservación de unos tejidos periimplantarios sanos es esencial para asegurar una función y estética óptimas durante un período de tiempo prolongado. Conseguir un nivel óseo estable alrededor del cuello del implante es un requisito fundamental para obtener soporte y, por tanto, un contorno gingival óptimo y estable a largo plazo. Uno de los parámetros que juega un papel importante en la preservación del hueso marginal periimplantario es el diseño del implante en la región cervical (macroestructura y microestructura) y profundidad de inserción.

La preservación de hueso periimplantario es particularmente importante en la zona estética y en áreas con una disponibilidad ósea limitada. El objetivo es, por tanto, evitar una pérdida ósea adicional post-protésica y preservar la estabilidad a largo plazo del hueso y los tejidos blandos.

Las posiciones relativas de la interfase entre el hombro del implante y el pilar y la zona de transición de la superficie del implante lisa a la rugosa, respectivamente, al reborde alveolar son de gran relevancia. Las tendencias actuales en el diseño de implantes muestran una reducción o eliminación de la zona pulida. Esto puede ser de especial importancia en áreas estéticas, donde según los principios de la anchura biológica, se reduce el riesgo de la exposición del hombro metálico del implante.

Recientemente se han diseñado los implantes Klockner EC en los que el cuello pulido tiene una longitud de 0,7mm, frente al tradicional de 1,5mm. El objetivo de este nuevo diseño es alinear la transición lisa rugosa de los implantes con la cresta ósea, para conseguir una localización ligeramente supragingival del hombro del implante sin riesgos de una pérdida ósea adicional.

El éxito de los tratamientos con implantes depende de seguir de forma efectiva los protocolos establecidos. Actualmente el protocolo estándar para el uso de implantes Klockner EC[®] en una sola fase quirúrgica necesita que tanto los implantes colocados en el maxilar como en la mandíbula permanezcan libres de carga 8 semanas después de la colocación para facilitar la osteointegración en todas las situaciones, sin embargo en hueso de pobre calidad (tipo IV) se recomienda un periodo libre de carga de 3 ó 4 meses. El razonamiento y los prerrequisitos aceptados fueron establecidos por Adell y Branemark usando un procedimiento en dos fases quirúrgicas. Su argumento establecía que la carga podía inhibir la cicatrización ósea tras el trauma quirúrgico, comprometiendo así la osteointegración.

La carga a las 8 semanas es un procedimiento estándar para implantes Klockner de superficie shot blasted en hueso de buena calidad, considerándose carga convencional según el Consensus Conference ITI (2003).

La superficie shot-blasted está dentro del grupo de superficies de implantes de las denominadas superficies de sustracción. Se consigue la formación de concavidades en la superficie del implante formándose picos y valles mediante el tratamiento de la superficie del implante por chorreado de partículas de alumina y grabado con ácido. Con este tratamiento aumenta la humectabilidad de la superficie, fenómeno que juega un papel importante en la adsorción proteica y en la unión y crecimiento celular.

La búsqueda de parámetros objetivos que permitan seleccionar la indicación del tiempo y tipo de carga, así como interpretar los acontecimientos que está sucediendo a nivel de la superficie del implante, es un reto de la comunidad científica para abandonar el empirismo y dotar a la práctica clínica de la suficiente evidencia científica para permitir realizar un trabajo riguroso.

1.3. LAS CELULAS DEL METABOLISMO OSEO

La explicación del metabolismo óseo no puede limitarse a las líneas celulares de osteoblastos, osteocitos y osteoclastos, ya que de hacerlo no

contemplantaría muchos mediadores, hormonas, células y productos metabólicos implicados. No obstante, para empezar describiremos los dos grupos celulares más importantes del hueso.

1.3.1. OSTEOBLASTOS

Los osteoblastos nacen de las células precursoras mesenquimales pluripotenciales. Durante la formación del hueso los osteoclastos producen la matriz ósea a partir de la cual se crea la sustancia dura por mineralización. Durante las fases de transformación del hueso los osteoblastos se encierran en la matriz ósea para convertirse en osteocitos metabólicamente menos activos, y, como tales, no se asientan en el hueso a la espera de que se produzca la difusión, sino que controlan el transporte iónico a través de nexos de los procesos citoplasmáticos. El proceso es imprescindible en la nutrición ósea y otros procesos de intercambio, dado que a través de la matriz mineralizada no puede producirse la difusión. El transporte iónico se limita alrededor de 100 μm y repercute en una limitación del tamaño de los osteones sobre esta vía. (17). En consecuencia, los osteones no solo forman una unidad estructural, sino también una unidad metabólica.

Sobre la superficie del hueso, se encuentran osteoblastos planos, también conocidos como osteoblastos tranquilos, cuya función es la de crear una barrera y controlar el flujo de iones entre estos y el espacio extraóseo, además de participar en la actividad metabólica del hueso. También tienen un papel en la regulación de la degradación ósea liberando mediadores que despejan la superficie provocando la contracción de las células limítrofes inactivas para dejar sitio a los osteoclastos y activarlos para la absorción. (18)

1.3.2. OSTEOCLASTOS

Al contrario que los osteoblastos, los osteoclastos no nacen de las células madres mesenquimales, sino de las hematopoyéticas, probablemente a partir

de las células precursoras macrófagas granulocíticas. **(19,20)** Los osteoclastos conforman un grupo de células gigantes especializadas en la descomposición de tejido calcificado. Se encuentran en las llamadas lagunas Howship- lagunas de resorción ósea en el tejido duro, y muestran una reacción ácido fosfatasa positiva. **(21,22)** Una célula de 30 y 100 μm de tamaño, contiene alrededor de 3 a 30 núcleos. En el citoplasma acidófilo se aprecian vacuolas que apuntan a un proceso de descomposición activo.

El área situada alrededor de los osteoclastos es contigua al tejido calcificado. **(23)** El centro de la célula gigante muestra un aumento de la superficie celular, que se forma a partir del replegado de la membrana celular. En esta superficie de mayor tamaño se liberan protones, que reducen el valor del PH disolviendo las sustancias duras. Las fibras de colágeno libres derivadas de la disolución de la hidroxiapatita se eliminan por la actuación de las enzimas liposomales y las colagenasas.

Se han identificado dos vías de diferenciación de los osteoclastos: una depende de la interacción con los osteoblastos y explica el proceso de degeneración y formación ósea que se produce durante el modelado fisiológico del hueso. La segunda vía, la controlan las citoquinas que se liberan durante una inflamación o traumatismo, y que se relacionan con la pérdida de hueso en caso de eventos patológicos. Desde el punto de vista odontológico, los mediadores inflamatorios más importantes, son la interleuquina 1 y el factor de necrosis tumoral α . **(24, 25,26)**. Las investigaciones realizadas a lo largo de los últimos años demuestran que algunas personas reaccionan ante los estímulos inflamatorios liberando una cantidad mayor de los mediadores mencionados, en consecuencia, con más descomposición.

1.3.3. LA CASCADA DE LA TRANSFORMACIÓN OSEA

Nefussi, resume la genética y la biología del desarrollo de la formación y modificación ósea en tres pasos básicos. **(27, 28,29)**

1º) Al principio se produce una acumulación y maduración de masas celulares llamada condensación celular, que conforma el origen de la muestra esquelética.

2º) Una vez concluida la condensación, y en una segunda fase, se produce la activación y regulación de los genes responsables de la diferenciación celular.

3º) En la última fase se produce la activación de los genes que controlan el proceso de la síntesis y mineralización de la matriz, actividad hormonal y adaptación a la fatiga y tensión por medio del remodelado.

Las tres fases obedecen a unos factores de transformación determinados que activan o desactivan genes concretos. Tras el crecimiento óseo, alguno de estos mecanismos puede activarse para la curación del hueso.

1.3.4. CONDENSACIÓN CELULAR

El termino condensación celular define el proceso mediante el cual una acumulación celular se convierte en una masa, que posteriormente será la fuente para la reparación del defecto óseo, inducida por factores de transcripción y crecimiento. La condensación celular se desencadena con cualquier tipo de evento traumático y conduce a la inflamación o degradación. Dado que la masa celular es la fuente para la reparación del defecto óseo, una regeneración correcta dependerá de la potencia y tamaño de la aglomeración. También puede producirse una discrepancia entre la potencia de la masa celular y las dimensiones del defecto a reparar, que conlleva una pérdida ósea.

1.3.5. DIFERENCIACIÓN CELULAR

En la segunda fase, las moléculas señal de la condensación celular influyen en las interacciones célula-matriz produciendo la diferenciación osteogénica de la masa celular. Para la célula, la diferenciación es sinónimo

de madurez celular y funcionalidad plena, y permite el surgimiento de los tipos de células osteoblastos/osteocitos y osteoclastos anteriormente mencionados.

1.3.6. SINTESIS Y MINERALIZACIÓN DE LA MATRIZ OSTEOIDE.

En el hueso en crecimiento o proceso de cicatrización, los osteoblastos sintetizan colágeno, proteoglicanos y glicoproteínas, que conforman una cubierta específica en el espacio extracelular. Primero empiezan los osteocitos acumulando intracelularmente calcio y fosfato en vesículas de secreción específicas, que luego se secretan de forma activa desde la célula. También contienen fosfatasa alcalina. En las vesículas se forman cristales de apatita que, tras su disolución, se depositan en los lugares de nucleación. En el área de mineralización tiene lugar una mayor actividad de la fosfatasa alcalina. La ausencia de esta enzima se caracteriza por una formación ósea defectuosa.

Tras concluir el proceso de mineralización, el hueso se compone de alrededor de un 65% de sustancias inorgánicas (principalmente hidroxapatita), además de magnesio, calcio, cloro, hierro y carbonato. Así mismo, hay un 25% de sustancia orgánica y un 10% de agua. La matriz orgánica se compone de colágeno tipo 1 (90%), proteínas no colagenosas (osteonectina, osteocalcina) y lípidos (10%).

1.4. OSTEOINTEGRACION

1.4.1. CONCEPTO DE OSTEOINTEGRACION

El termino osteointegración, describe el anclaje duradero de implantes en los maxilares para el alojamiento de elementos protésicos de anclaje. (30) Hasta la fecha, las descripciones del término, no han evolucionado para ofrecer una definición suficientemente precisa dado que tales descripciones no se centran en el mecanismo de la curación ósea en torno al implante, (31) sobre

todo, actualmente, en donde la regeneración ósea determina muchos de nuestras fijaciones osteointegradas.

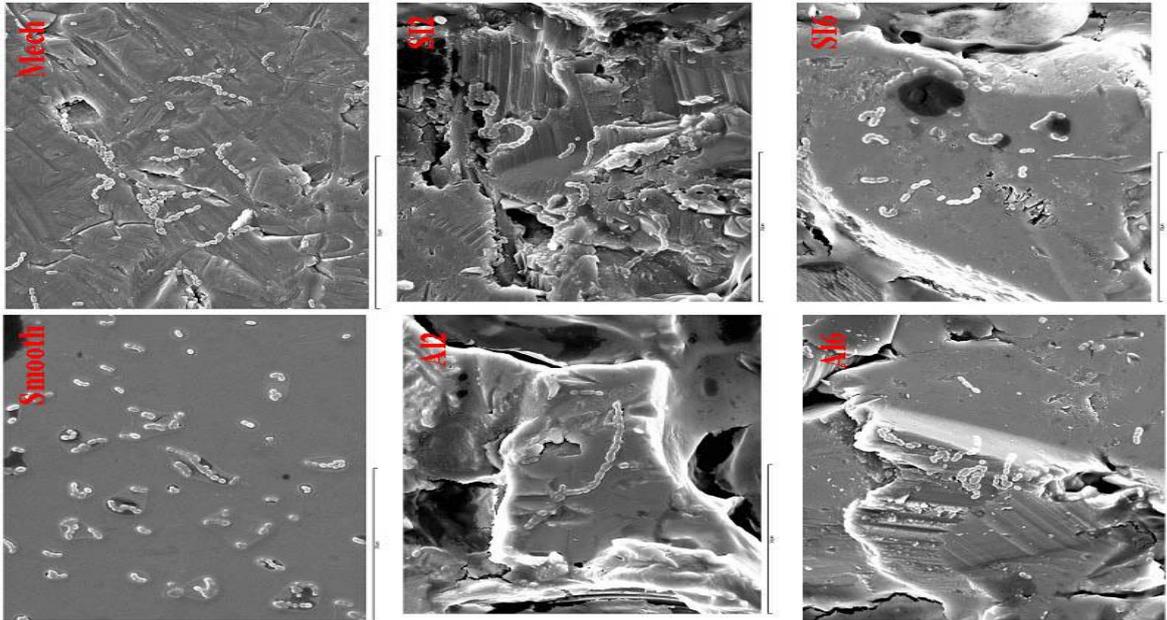


Imagen 3. Imágenes donde se aprecia la proliferación bacteriana en distintas superficies del titanio observadas al MO.

El proceso mediante el cual se logra la osteointegración es de gran importancia. Tras el contacto inicial de la superficie del implante con el lecho, se produce una reacción inflamatoria aguda en el tejido periimplantario. Durante los primeros días, se produce la adhesión de células madre mesenquimales en forma de cobertura de la superficie del implante con células. Este proceso, apoyado por mediadores endocrinos y paracrinos, es la base de la osteointegración y reorganización del área. La proliferación y diferenciación osteoblástica tiene lugar pasados los 3-6 primeros días, y la posterior calcificación de la matriz se produce entre la 1ª y 3ª semana después. (32) Pasadas tres semanas, la superficie del implante está cubierta por una capa inicial de células óseas. A lo largo del posterior proceso de reorganización ósea, que también se conoce como remodelado, tiene lugar la estructuración de las fibras colágenas y formación de la estructura ósea periimplantaria travecular.

Davis describe dos mecanismos básicos para lograr la osteointegración. Durante la osteogénesis a distancia, la formación de hueso nuevo nace del hueso presente en el área y el riego sanguíneo se realiza entre la superficie del implante y el hueso existente, por lo que no se produce una adhesión directa en la superficie del implante. En la osteogénesis por contacto, las células formadoras de hueso, se adhieren a la superficie del implante. En consecuencia, el riego se produce entre las células de la superficie del implante y el hueso existente. En este caso, las capas óseas, se dejan ver directamente sobre la superficie del implante por medio de un proceso que se conoce como formación de hueso nuevo. En aquellos casos en los que los implantes se colocan sobre un lecho de hueso cicatrizado, el proceso se asemeja al de la cicatrización clásica tras una fractura ósea. La remodelación de la superficie del implante reduce, de momento, la estabilidad primaria presente en el hueso existente. En el momento de la inserción del implante, la estabilidad secundaria se obtiene al concluir la osteointegración. Durante el proceso puede producirse una pérdida entre la estabilidad primaria y secundaria debida a los diversos procesos de reestructuración. **(31)**

Por tanto, podemos sugerir que gracias a este fenómeno de osteointegración, la implantología ha revolucionado como ningún otro procedimiento el campo de la odontología en los últimos años, y se amplía a nuevos campos como la cirugía plástica y la traumatología.

El éxito inicial como soporte y retención para restauraciones completas pronto dió paso a su utilización no solamente en los casos de edentulismo total sino también en prótesis fijas y unitarias ofreciendo soluciones en cualquier faceta de la prostodoncia. **(33-38)** La utilización de los implantes osteointegrados se ha convertido en la práctica diaria en un procedimiento de rehabilitación oral estándar. Los requisitos funcionales de las prótesis osteointegradas se obtienen de manera habitual (estabilidad, retención, soporte, fonación, capacidad masticatoria, etc.) y se solventan las deficiencias previas con lo que el paciente recupera sus capacidades. **(39)**

Desde la introducción de los implantes osteointegrados, nuevas alternativas de tratamientos prostodónticos están disponibles para los

pacientes con zonas edéntulas. La reposición de los dientes perdidos mediante los implantes, se ha convertido en un tratamiento predecible tanto en pacientes con edentación parcial como completa.(40-42) Diez años de seguimiento de las prótesis fijas en dientes naturales revelan una supervivencia de aproximadamente el 75%.(43,44) En contraste, la ratio de supervivencia de implantes endoóseos se ha mostrado mayor de un 90%.(45,46) Dados estos altos índices de éxito, las opciones de tratamiento se han extendido para incluir la carga inmediata y la carga temprana en los implantes. Sin embargo la cirugía en dos pasos y las técnicas de retraso de la carga están todavía vigentes en ciertas circunstancias. (47)

En el momento actual la terapia con implantes es susceptible de aplicación a cualquier tipo de edentación, tanto unitaria como múltiple o total. Por lo tanto, al objetivo primario de la reposición dentaria con el restablecimiento de la función masticatoria, se han añadido otros objetivos que incluyen las valoraciones estéticas. Las consideraciones estéticas en áreas posteriores se consideran de menor importancia, en cambio, en localizaciones anteriores son de gran relevancia y a menudo presentan un considerable reto para los clínicos y los técnicos dentales, porque varios factores de riesgo locales tienen el potencial para comprometer la predicción de los resultados.(48,49)

Además de protocolizar las técnicas para lograr unos resultados estéticos y funcionales, los clínicos han intentado acortar el tiempo total de tratamiento y minimizar el número de intervenciones para incrementar el atractivo de la terapia de los implantes a los pacientes. Estos intentos han recibido un aumento de atención en los últimos años, en particular la restauración de dientes unitarios postextracción. A finales de los años 80, la colocación tardía de los implantes, de 6 a 12 meses tras la extracción, era la norma en los protocolos de cicatrización; desde entonces, se han planteado propuestas alternativas como la colocación de implantes inmediatos a la extracción, o implantes tempranos, que incluyen unas semanas de cicatrización de los tejidos blandos previos a la inserción del implante. (50-56)

El desarrollo de nuevas superficies mejoradas, la profundización en el conocimiento de los procesos biológicos implicados en la cicatrización ósea periimplantaria, así como la aparición de nuevas superficies de implantes dentales han mejorado y reducido notablemente los tiempos de cicatrización.

La terapia con implantes endoóseos depende del contacto íntimo entre implante y hueso. La mayoría de la literatura publicada sobre implantes ha examinado los parámetros involucrados para conseguir este contacto directo bajo unas bases predecibles y variadas condiciones anatómicas y protéticas.

El contacto hueso-implante puede ser evaluado de múltiples formas, así por ejemplo, los estudios histométricos pueden determinar la cantidad de contacto (normalmente expresada con un porcentaje) y otros estudios analizan las características funcionales de los implantes con la medición del torque necesario para poder retirar un implante de su lecho óseo. Todo ello depende del contacto entre el hueso y el implante, y este contacto va a variar entre las diferentes localizaciones en la boca, así como, entre los distintos individuos. A partir de este concepto del contacto hueso-implante, se comienza a definir lo que posteriormente se conocería como la osteointegración. (57)

1.4.2. ÉXITO – FRACASO - COMPLICACIONES

Ya hemos dicho anteriormente que el concepto de osteointegración constituye el primer procedimiento predecible a largo plazo del éxito de los implantes orales. Desde entonces, el término ha sido definido desde varios puntos de vista: los resultados clínicos a largo plazo, evaluación cuantitativa de la capacidad mecánica en la interfase, y la apariencia morfológica de la interfase tejido-implante. Una de las primeras definiciones de osteointegración: “la directa conexión funcional y estructural entre el hueso y la superficie del implante” fue realizada por Albrektsson y cols. en 1981. (58) Otras definiciones de osteointegración se presentaron a continuación en términos similares. (59, 60) Según Zarb y Albrektsson, (61) la definición únicamente aceptable de osteointegración está basada en un examen clínico.

Estos autores describen osteointegración como “un proceso en el cual una fijación rígida clínicamente asintomática de material aloplástico se mantiene en el hueso durante la carga funcional”. Esto contradice el primitivo concepto según el cual los implantes se unen mediante tejido conectivo fibroso (integración fibrosa) los cuales muestran movilidad cuando son cargados. (62) La aparición de estos conceptos de osteointegración hace necesario, para la aplicación en el campo de la odontología, de una definición que aclare los términos éxito y fracaso en el tratamiento con implantes.

Se considera que un implante osteointegrado tiene éxito cuando cumple unos criterios en términos de función (capacidad para masticar), fisiología tisular (presencia y mantenimiento de osteointegración, ausencia de dolor y otros procesos patológicos) y satisfacción para el paciente (función, estética y ausencia de discomfort). (63)

El concepto de fracaso se puede definir en primera instancia como la ausencia de rendimiento clínico del implante. (64) Puede ser cuantificado en términos de magnitud de pérdida de soporte óseo y de pérdida de salud de tejidos blandos perimplantarios; el fracaso puede afectar a la prótesis y también a la apariencia. Esta definición de fracaso del implante incluye elevadas arbitrariedades y abarca una gran variedad de situaciones clínicas, que varían desde la movilidad sintomática del implante a una pérdida de hueso perimplantario mayor a 0,2 mm después del primer año de carga, (46, 65) o un sangrado periodontal con una profundidad de bolsa perimplantaria de 5 mm. (66)

Se puede decir que un implante ha fracasado cuando se dan los siguientes criterios específicos: movilidad clínica del implante y pérdida ósea marginal perimplantaria continua superior a 1,5 mm durante el primer año de inserción de la prótesis o mayor de 0,2 mm/año los periodos anuales posteriores. (46) De modo general los fracasos en implantología se pueden dividir en: (63).

Fracasos biológicos: inadecuada estabilidad o falta de osteointegración. A su vez estos fracasos se pueden clasificar en fracasos tempranos o primarios

(aquellos que ocurren en el proceso de cicatrización) y fracasos tardíos o secundarios (aquellos que ocurren después de la osteointegración).

La pérdida de la osteointegración se hace evidente cuando se observa una radiolucidez perimplantaria y la movilidad del implante. Otros términos que se incluyen en los fracasos biológicos son la enfermedad perimplantaria, mucositis perimplantaria y la perimplantitis.

Fracasos mecánicos: aquellos que se producen a nivel de los componentes del implante como la fractura de la fijación, del pilar, los tornillos oclusales o la prótesis.

Fracasos iatrogénicos: mal posicionado de un implante que daña alguna estructura anatómica por el que debe ser removido.

Propios del paciente: problemas psicológicos, estéticos y fonéticos.

Uno de los primeros intentos para evaluar de forma objetiva los criterios de osteointegración de los implantes dentales se realiza por el “Swedish National Board of Health and Welfare” en 1975. (67) Se utilizaron parámetros periodontales (índice gingival, índice de placa y profundidad de surco), prostodónticos (tipo de oclusión) y radiográficos (ausencia de radiolucidez perimplantaria), junto con la opinión del paciente en el tratamiento. En la “Harvard Consensus Conference” en 1978, (68) se establecieron criterios de éxito/fracaso para todos los tipos de implantes. La primera revisión real de los criterios de éxito de los implantes avalada por la investigación clínica, de los biomateriales y ciencias básicas, aconteció en Toronto en 1982, bajo el epígrafe “Conferencia sobre Osteointegración en la Odontología Clínica”; se estableció que era imperativo que el uso rutinario de cualquier sistema de implantes debería basarse en la evaluación del resultado de las investigaciones clínicas seguidas a largo plazo. A partir de este nuevo consenso y después de evaluar los distintos estudios sobre los diferentes sistemas de implantes, se propuso a la comunidad científica unos criterios renovados para valorar el éxito a largo plazo de los implantes dentales que han sido ampliamente aceptados durante los últimos años:(46)

- El implante individual no ferulizado debe permanecer inmóvil al ser examinado clínicamente.
- El estudio radiográfico debe mostrar ausencia de signos de radio lucidez perimplantaria.
- La pérdida ósea vertical debe de ser menor de 0,2 mm por año, a partir del primer año de uso con carga protésica del implante.
- La exploración individual del implante debe caracterizarse por la ausencia de signos y síntomas tales como dolor, infecciones, neuropatías, parestesias o vulneración del conducto mandibular.

Otro de los criterios de éxito de la osteointegración que se describió poco después, es el mantenimiento a lo largo de los años de una altura de hueso marginal estable bajo cargas funcionales. **(69,70)** En estos criterios no se incluyeron índices periodontales porque no se consideraban relacionados con el éxito de los implantes. **(71)** En 1988, en la segunda Conferencia Consenso, **(72)** se concluyó que en cada sistema de implantes se deberían utilizar unos criterio específicos de éxito. Pero esto no se lleva a cabo y se mantienen los criterios de la conferencia de 1978. Los índices periodontales aplicados a la implantología no se introdujeron en los criterios de éxito hasta el “1st Workshop on Periodontology”. **(65)**

1st Workshop on Periodontology, Londres 1994.

(Albrektsson T, Isidor F. Consensus report of session IV. In: Lang NP, Karring T, editor. Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology. London: Quintessence Publishing Co., Ltd.; 1994. p. 365-9)

1. Ausencia de movilidad.
2. Pérdida ósea media de 1,5 mm durante el primer año de función y menor de 0,2mm anual.
3. Ausencia de dolor o parestesia.
4. Ausencia de sangrado al sondaje.
5. Ausencia de bolsa perimplantaria.

Los parámetros que se utilizan para evaluar el fracaso de los implantes son: 1) signos clínicos de infección temprana (durante el periodo de cicatrización de tres a nueve meses como: hinchazón, fístulas, supuración, dehiscencias (tempranas o tardías) en la mucosa u osteomielitis), 2) dolor o sensibilidad (en la masticación, a la percusión o en la inserción de los componentes protéticos incluso bajo anestesia), 3) movilidad clínica del implante, 4) signos radiográficos de fracaso (pérdida progresiva del hueso peri implantario) y 5) sonido sordo a la percusión (en este punto no existe evidencia científica suficiente).(65)

1.5. SUPERFICIES DE IMPLANTES

1.5.1. INTRODUCCIÓN

Los biomateriales están diseñados para actuar interfacialmente con sistemas biológicos con el fin de evaluar, tratar, aumentar o reemplazar, algún tejido, órgano o función del cuerpo. Para ello, es preciso que los biomateriales cumplan una serie de requisitos, como la tolerancia biológica en el ambiente

corporal que ejerza su servicio, tener las propiedades mecánicas adecuadas cuando los biomateriales ejercen una función estructural como es el caso de las prótesis ortopédicas, unas adecuadas propiedades eléctricas como en los marcapasos o químico-biológica como en el caso de membranas para diálisis, etc.

Una parte importante de los biomateriales son los denominados biomateriales sustitutivos de tejidos duros. Los tejidos duros tienen como misión el ser estructura y sostén del organismo, y por esta función se requieren materiales con unas elevadas propiedades mecánicas. En muchas aplicaciones los materiales cerámicos no pueden ofrecer una suficiente tenacidad (energía que absorbe el material antes de la fractura), ya que son materiales frágiles. Tampoco los materiales poliméricos son útiles para aplicaciones en los que se requiere un gran nivel de tensión mecánica ya que estos materiales se comportan de manera visco elástica y su resistencia mecánica va disminuyendo con el tiempo de aplicación. Son principalmente los requerimientos mecánicos, los que hacen que los materiales metálicos sean aplicados para prótesis de cadera, de rodilla, sistemas de osteosíntesis (placas, tornillos, grapas), fijadores, implantes dentales, materiales de prótesis dental...

Para mejorar la fijación de los biomateriales sustitutivos de tejidos duros, se han ido variando las superficies, se han realizado superficies rugosas mediante ataque ácido de la superficie o bien se han arenado a presión las superficies de nuestros implantes llegando incluso a sinterizar esferas metálicas, con el fin de todos los casos de aumentar la superficie real de contacto entre el tejido y el implante, y conseguir por colonización de los huecos superficiales un anclaje mecánico de la prótesis.

Pero se ha ido mas allá, elaborándose capas bioactivas de fosfato de calcio para facilitar el crecimiento de tejido óseo. Esta capa tiene la finalidad de que la deposición de proteínas y posterior colonización por las células osteoblasticas, precursoras de hueso, fuera adecuada y rápida. Estas capas se denominan capas bioactivas por ejercer una actividad con el medio fisiológico para activar los sistemas biológicos.

1.5.2. EL TITANIO

El titanio comercialmente puro se utiliza para la fabricación de implantes dentales, prótesis y accesorios de la sistemática quirúrgica y la aleación ti-6 A1-V4, que es la aleación de titanio más ampliamente utilizada, se aplica en la fabricación de prótesis articulares (cadera, rodilla...) o bien en tornillos de unión implante-prótesis, donde los requerimientos mecánicos son mayores que en el caso de las aplicaciones dentales.

El titanio comerciamente puro, presenta 4 grados según las normas ASTM. En la tabla I, se muestran las composiciones químicas de los diferentes grados de titanio.

Tabla I. Composiciones químicas de los diferentes grados de titanio comercialmente puro				
Elemento	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
Nitrógeno. Máx.	0.03	0.03	0.05	0.05
Carbono. Máx.	0.10	0.10	0.10	0.10
Hidrógeno. máx.	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125
Hierro. máx	0.2	0.30	0.30	0.50
Oxígeno. máx	0.18	0.25	0.35	0.40
Titanio. máx	balance	balance	balance	balance

Se puede observar que al aumentar el contenido de los elementos intersticiales en el titanio puro, el grado del titanio aumenta. La presencia de estos elementos intersticiales produce un descenso en la resistencia a la corrosión pero a su vez, hace aumentar las propiedades mecánicas. Además de la determinación del grado del titanio para su aplicación biomédica, se debe determinar, qué estructura es más conveniente. A la luz de los resultados mecánicos y de corrosión obtenidos, se estableció como óptimo, el titanio

grado 3 con micro estructura de granos equiaxiales de fase “ α maclados”. De esta forma, se tendrá un titanio con buenas propiedades mecánicas que mediante el proceso de pasivado, hará mejorar la resistencia a la corrosión del material, alcanzando incluso niveles superiores del titanio grado 1.

1.5.3. TIPOS DE SUPERFICIES DE IMPLANTES

1.5.3.1. Superficies de titanio pasivadas

Las aleaciones de titanio utilizadas en implantes dentales son resistentes a la corrosión y compatibles con el cuerpo humano debido a la película de óxido de titanio que se forma espontáneamente en la superficie. Por otra parte, las aleaciones y metales nobles empleados actualmente en aplicaciones odontológicas presentan unas excelentes características de resistencia al medio salivar altamente agresivo. Sin embargo, la utilización de más de un tipo de aleación o metal en un mismo paciente y la fragilidad y poco espesor de la capa de óxido, puede dar lugar al fenómeno de la corrosión. Además, la liberación de iones metálicos de aleaciones dentales, se ha convertido en un problema para la salud de los pacientes, especialmente en los que llevan incorporados materiales metálicos en su boca. Es bien sabido, que los metales en suficiente concentración son tóxicos, pudiendo producir procesos inflamatorios, alérgicos o cancerígenos. Con el fin de minimizar la corrosión de los implantes y la liberación de iones metálicos al medio fisiológico, es posible hacer crecer la capa de óxido de titanio de manera controlada para así tener una capa homogénea y estable. (73-77)

Este proceso de pasivación tendrá 4 propiedades beneficiosas para los implantes:

1. Limpieza de residuos tanto orgánicos como inorgánicos de la superficie del biomaterial.
2. Mejora de la resistencia a la corrosión del implante.
3. Disminución de la liberación de iones de titanio al medio fisiológico.
4. Aumento de la dureza superficial así como de la resistencia al desgaste.

De los estudios realizados se concluyo, que la mejor disolución para producir una capa de pasivado homogénea y estable, no apreciándose en ningún tiempo de las estudiadas grietas que pudieran indicar fragilidad, era la disolución de ácido nítrico con ácido fluorhídrico. **(78-87)**

La capa de óxido formada hace que el titanio del implante este protegido por una fase no conductora del tránsito electrónico y de esta manera se evita la reacción del metal con el electrolito. En cambio, en el material que no presenta la capa anodizada aparecen discontinuidades en el comportamiento con respecto al tiempo de exposición al electrolito. Se puede decir, por tanto, que la capa de anodizado mejora notablemente la resistencia a la corrosión.

Una de las maneras de dar rugosidad al implante dental es sinterizar esferas del mismo material que el implante dental de titanio sobre el substrato. A pesar de que estas esferas provocan una superficie rugosa que el tejido óseo puede colonizar y producir una excelente fijación, pueden presentar algunos inconvenientes en la resistencia mecánica a fatiga en algunos diseños. **(88)**

1.5.3.2. Superficies atacadas mediante ácidos

Un método para obtener superficies rugosas, está basado en atacar el titanio comercialmente puro mediante ácidos. Estos ácidos pueden atacar los granos cristalinos y dar una superficie rugosa. De los ataques mediante ácido no podemos controlar la rugosidad ya que solamente depende de la estructura del titanio y de la agresividad del ataque. Por tanto, no se pueden realizar procesos de optimización de la rugosidad. Uno de los problemas que pueden surgir, es la formación de los hidruros de titanio en el implante dental debido a la incorporación de grupos hidrogeno provenientes del ácido en el titanio. Este hidruro provoca la fragilidad en el implante dental y hay mucho riesgo de fractura.

1.5.3.3. Superficies tratadas mediante Shotblasting (arenado)

El arenado consiste en proyectar partículas de elevada dureza a gran velocidad sobre la superficie del implante, lo que provoca la deformación plástica de la superficie dejándola rugosa. Es un método adecuado porque además de dar rugosidad, limpia la superficie de contaminantes, corrige defectos superficiales y , debido al aumento de la tensión compresiva en las primeras capas, aumenta la vida a fatiga del implante y aumenta su resistencia a la corrosión-fatiga. **(89-91)**

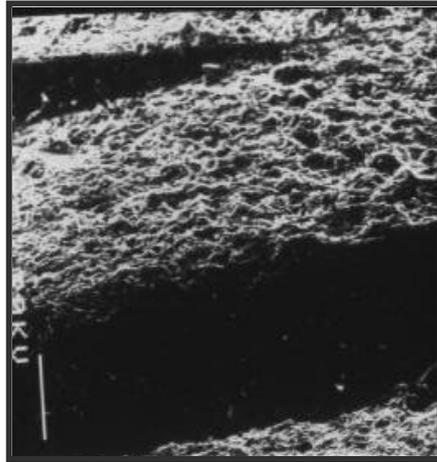


Imagen 4. Plasma spray de titanio.

De los estudios celulares, se ha podido observar que los implantes tratados con óxido de alúmina de tamaño medio permiten una óptima adherencia celular, estadísticamente significativa respecto al resto de aratamientos. Además, presenta altas concentraciones

de osteocalcina, lo cual es muy importante ya que indica que no solo hay muchas células sobre la superficie, sino que además se desarrollan adecuadamente y con rapidez. Este tratamiento parecería ser muy adecuado para la osteointegración de los implantes dentales y es el que hemos elegido para el desarrollo de nuestro trabajo.

Los implantes dentales tratados con óxido de titanio consiguen muy poca rugosidad, por tanto, no hay una buena respuesta a nivel celular.

1.5.3.4. Superficies de hidroxiapatita obtenidas mediante plasma spray

Se basa en la inyección de polvo de hidroxiapatita en un chorro de gas ionizado. El chorro de gas lanza las partículas de polvo hacia el implante, donde se depositan. Se funde la superficie de las partículas resolidificándose y uniéndose a las otras partículas, formando el recubrimiento. Es necesario un granallado previo para una mejor adherencia.

Esta técnica presenta algunos inconvenientes, como la falta de adhesión del recubrimiento cerámico sobre el metal. Así mismo, las fuerzas de adhesión son débiles y crea zonas de espacio vacío entre el sustrato metálico y el recubrimiento bioactivo. Aunque es la técnica más frecuentemente utilizada, presenta más inconvenientes tales como grietas, producidas por el choque térmico en el proceso de deposición del recubrimiento, así como la falta de cristalinidad del fosfato de calcio depositado.

1.5.3.5. Ablación láser.

La radiación laser es la fuente de energía para evaporar hidroxiapatita y depositar capas delgadas en el sustrato metálico. La composición química, el grosor de la capa y la cristalinidad pueden ser controladas por la energía de la fuente láser. Se forma una nube de plasma en una zona próxima a la superficie del sustrato que permite la colisión de partículas, reduciendo la velocidad de deposición, lo que permite una mejor homogeneización y cristalinidad de la capa. Así mismo, la unión entre el recubrimiento y el sustrato es mejor que en el caso del plasma spray.

El tiempo de recubrimiento es más lento que el plasma spray y se debe tener cuidado con la formación de hidruros en el titanio.

1.5.3.6. **Método termoquímico.**

Se trata de modificar la superficie del metal mediante un proceso termoquímico transformándolo de bioinerte a bioactivo, dándole la capacidad de formar, in vivo o en una solución fisiológica simulada, una capa de hidroxiapatita carbonatada.

Este es el método en que se pueden incorporar fármacos en el recubrimiento así como proteínas que pueden favorecer la formación del hueso y evitar los procesos de infección que podrían perjudicar el buen comportamiento del implante o la prótesis.

La apatita es un fosfato de calcio con la misma composición química que la fase mineral del hueso, lo que implica que es completamente aceptada en el cuerpo como una sustancia propia. No habrá reacciones inflamatorias importantes, si se incorpora en el cuerpo como un implante. Además, tiene la ventaja de que una vez implantada, el tejido óseo crece sobre ella con enlace químico directo, comportándose como lo que se denomina un material bioactivo. (92-96) Este método consiste por tanto y de manera resumida, en conseguir que la superficie de titanio pase a ser bioactiva, gracias a la formación de un gel denso y amorfo de titanio de sodio, inducida por un tratamiento químico y térmico.

1.6. TIEMPOS DE CARGA, TERMINOLOGIA

Los protocolos de carga para los implantes dentales han sido foco de discusión desde el origen de la osteointegración, y son muchos los autores que han intentado definirlos basándose en criterios clínicos y biológicos. Los diferentes grupos tratan de clasificar el momento de introducción de la carga a los implantes durante el periodo de cicatrización. En los últimos años se ha generado una cierta confusión en torno a los protocolos de carga en implantología oral y por tanto en su terminología. (97)

Con el fin de unificar los conceptos, se muestran a continuación la evolución que han seguido los términos con su descripción.

1.6.1. TERMINOLOGIA APARICIO.

Las siguientes definiciones para los protocolos de carga de los implantes fueron aportadas por Aparicio en 2002, como conclusión de un congreso celebrado en Barcelona (98)

- **Carga inmediata:** la prótesis se une al implante el mismo día de su colocación.
- **Carga temprana:** la prótesis se une al implante en una segunda fase, pero antes del periodo de cicatrización convencional. (3-6 meses). Este tiempo de carga podría ir desde días tras la inserción del implante, hasta semanas.
- **Carga convencional:** la prótesis se une al implante en un segundo procedimiento de 3 a 6 meses tras la inserción del mismo.
- **Carga tardía:** la prótesis se une al implante en un segundo procedimiento, posterior al periodo de cicatrización convencional de 3 a 6 meses.

1.6.2. TERMINOLOGIA GRUPO ITI.

En la tercera reunión de consenso del grupo ITI realizada en 2003 en Gstaad, Suiza, se modificaron las definiciones y los protocolos de carga tomaron el siguiente significado (99):

- **Carga inmediata:** la restauración se coloca en oclusión con el antagonista dentro de las 48 horas tras la inserción del implante.
- **Carga temprana:** la restauración se coloca en oclusión con el antagonista tras 48h de la inserción del implante, pero antes de los 3 meses.
- **Carga convencional:** la prótesis se une al implante en un segundo procedimiento, después de un periodo de cicatrización de 3 a 6 meses.
- **Carga tardía:** la prótesis se une al implante en un segundo procedimiento, que tiene lugar algunas veces después del periodo de cicatrización convencional de 3 a 6 meses.
- **Restauración inmediata:** la restauración se coloca dentro de las 48h tras la inserción del implante, pero no esta en oclusión con el antagonista.

1.6.3. TERMINOLOGIA ASOCIACION EUROPEA DE OSTEointegracion

Posteriormente, en la reunión de la Asociación Europea de Osteointegración celebrada en Zurich, Suiza, en 2006, se presentó una revisión de los protocolos de carga y se aceptaron las siguientes definiciones (100)

- **Carga inmediata:** una situación en la que la supra estructura es unida a los implantes en oclusión con los antagonistas dentro de las 72h tras la inserción del implante.
- **Carga convencional:** una situación en la que la prótesis es unida a los implantes después de un periodo de cicatrización de al menos 3 meses en mandíbula y 6 meses en maxilar.

- **Carga inmediata no funcional e inmediata restauración;** la prótesis se une al implante dentro de un periodo de 72h tras la inserción del implante y sin contacto oclusal con el antagonista.

1.6.4. TERMINOLOGIA ESPOSITO Y COLS.

Esposito y Cols, publicaron recientemente una actualización de su revisión sistemática sugiriendo los siguientes protocolos de carga para los implantes dentales. (101)

- **Carga inmediata:** se define como un implante en función dentro de una semana después de su colocación. No se hace distinción entre contacto oclusal con el antagonista o no.
- **Carga temprana:** se define como la colocación de un implante en función después de una semana desde su inserción pero antes de los 2 meses de la misma.
- **Carga convencional:** se define como la colocación de un implante en función tras dos meses desde su inserción.

Lo anteriormente expuesto plantea importantes retos en la rehabilitación, obligando a enfrentarse a aspectos biológicos de difícil solución, dado que la reposición de dientes mediante implantes se realiza en muchas ocasiones en zonas donde los procesos biológicos de reparación y cicatrización han causado pérdida de tejidos duros y blandos. De manera excepcional, en el caso de implantes inmediatos pos extracción, es posible la restauración en un entorno favorable dada la conservación y mantenimiento del hueso alveolar, encía marginal y papilas. Pero excepto en estas ocasiones, es habitual la existencia en mayor o menor medida de cierto grado de déficit tisular, lo que implica la necesidad de obtener la regeneración de la morfología inicial, lo que ha conducido al desarrollo espectacular en las últimas décadas de nuevas técnicas, procedimientos y materiales para lograr los resultados deseados.

Las modificaciones en la morfología macroscópica y microscópica del implante, el tipo y la localización de la conexión pilar-implante, los sustitutos óseos, los injertos de tejido duro y blando, las membranas y la provisionalización, son factores que han adquirido una gran trascendencia, puesto que influyen en la obtención y mantenimiento de los niveles óseos adecuados. Los conceptos quirúrgicos y restaurativos relacionados con la implantología se han modificado de forma importante en los últimos años y continúan en plena evolución. Lograr la correcta osteointegración ya no es el único objetivo a conseguir. La demanda funcional y estética en las restauraciones implanto soportadas es cada vez mayor.

Multitud de trabajos han descrito variadas consideraciones y requisitos para obtener el mejor resultado posible. **(102)** Dentro de este contexto actual es preciso considerar un factor de gran importancia: la valoración de la altura ósea perimplantaria, requisito necesario para el mantenimiento de los tejidos blandos y un importantísimo parámetro en el diagnóstico y pronóstico de todos los procedimientos implantológicos.

1.7. COMPORTAMIENTO DEL TEJIDO OSEO ANTE LA PRESENCIA DE CARGAS.

Para comprender los mecanismos implicados en la cicatrización del tejido óseo bajo unas condiciones de carga, es imprescindible retroceder a los estudios clásicos del Wolff, que estableció el concepto de adaptación funcional de la estructura ósea como respuesta a los requerimientos funcionales a los que es sometido, es decir, que el hueso es un tejido dinámico que adoptará, según las circunstancias, la estructura más adecuada para resistir las fuerzas que actúen sobre él (Ley de la Transformación del hueso de Wolff). Según esta ley, cada cambio en la forma y función ósea, o solo en la función, es seguida de cambios definitivos en la arquitectura ósea interna y en la conformación externa de acuerdo con las leyes matemáticas.

En íntima relación con este postulado, algunos autores concluyen que la osteointegración representaría un proceso dinámico tanto en su establecimiento como durante su mantenimiento.

En la fase de establecimiento existiría una delicada interacción entre la reabsorción ósea que acontece en la interfase hueso-implante y la formación de hueso nuevo en las áreas libres de contacto. Durante la fase de mantenimiento, la osteointegración es asegurada por el continuo remodelado y por la adaptación a la función que sigue la Ley de Wolff. Esta misma ley de adaptación funcional es aplicada por Readdy para justificar el crecimiento óseo vertical significativo que encuentran bajo las extensiones distales de prótesis completas híbridas mandibulares soportadas sobre 5 ó 6 implantes entre ambos agujeros mentonianos.

Cuando ocurre una fractura ósea en cualquier lugar del organismo, se pone en marcha el proceso de cicatrización ósea en el que la carga mecánica adquiere una gran importancia, no sólo como estímulo iniciador del proceso reparador, sino también como factor que condicionará la rehabilitación anatómica y funcional del hueso en cuestión. Esta idea es aplicada en los métodos terapéuticos usados en ortopedia para el tratamiento de las fracturas (osteosíntesis dinámica).

Goodship y cols. analizaron sobre un modelo animal la influencia de cargas mecánicas en la consolidación de fracturas experimentales de tibia, encontrando que la proliferación del nuevo tejido óseo reparador era estimulada de manera directamente proporcional a la resistencia del dispositivo fijador de la fractura, es decir que las caras mecánicas de adecuada intensidad inducen y amplifican el proceso de consolidación de la fractura, potenciando la respuesta osteogénica.

Frost elaboró en 1987 su teoría de los mecanostatos según la cual en el hueso existirían unos receptores (mecanostatos), capaces de detectar la deformación del tejido cuando es sometido a cargas y activar respuestas celulares adecuadas para adaptarse estructuralmente a la nueva situación (modelado y remodelado). En otras palabras, que cuando se aplica sobre el

tejido óseo una carga determinada, se produce en el mismo una deformación cuya magnitud se mide mediante una variable física denominada strain (Σ) o cociente entre la dimensión final y la inicial. En el caso del hueso se utiliza el microstrain ($\mu\Sigma$) que equivale a 10^{-6} . La respuesta adaptativa del hueso ante las cargas se llevaría a cabo mediante el modelado y remodelado, es decir con la puesta en marcha coordinada de la reabsorción y la deposición ósea; la diferencia entre la cantidad de hueso reabsorbido y el depositado se expresaría mediante la fracción “rho(p)”, de manera que si es positiva indica un aumento en el depósito óseo y si es negativo, un incremento en la reabsorción.

Frost describió cuatro categorías diferentes en función de los niveles de deformación (microstrain) que podría sufrir el hueso al soportar cargas; una zona de desuso, en la que los niveles de microstrain estarían comprendidos en un rango entre 0 y $200 \mu\Sigma$, una zona de carga fisiológica para unos niveles de $200 \mu\Sigma$ a $2500 \mu\Sigma$, una zona de sobrecarga para un microstrain comprendido entre $2500 \mu\Sigma$ a $4000 \mu\Sigma$, y una zona de sobrecarga patológica para niveles de 4000 a 6000 . Por encima de los niveles de la zona de sobrecarga patológica, la deformación ósea podría llegar a producir una fractura del tejido óseo, que se produciría a partir de niveles muy elevados de $\mu\Sigma$.

Interesa resaltar que en la zona de desuso, el índice p es negativo por predominar la reabsorción durante el remodelado. En la zona de carga fisiológica, las cargas deformantes están en equilibrio con la resistencia del hueso, de manera que dichas cargas no inducen modificaciones de la masa ósea, sino que el hueso estaría sujeto a su recambio normal a través de la remodelación, apareciendo modificaciones estructurales para aumentar la resistencia del hueso, de forma que el hueso laminar (secundario) sustituiría al primario preexistente, inadecuado para responder a las nuevas exigencias mecánicas. En teoría, esta situación sería la idónea para la interfase hueso-implante puesto que la tasa de remodelación normal garantiza que el hueso que se forma (laminar), sea más maduro y resistente. Por otra parte, en la zona de sobrecarga, las cargas deformantes mayores estimulan al hueso para conseguir un aumento de masa que reduzca la fuerza por unidad de superficie (índice p positivo). Al no existir remodelado estructural, el hueso formado es primario o reactivo, el cual está menos mineralizado y menos organizado que el

laminar, siendo por tanto más débil. Este proceso será más acusado y desorganizado en la zona de sobrecarga patológica, en la que serían más frecuentes las microfracturas y la reabsorción ósea neta (índice p negativo).

De todo lo anterior se deduce que el nivel de deformación inducido por las cargas (microstrain), o lo que es lo mismo, el medio ambiente mecánico al que es sometido el tejido óseo, influiría de forma directa en el comportamiento de sus células, de manera que con niveles de microstrain cien veces menores que el límite por encima del cual se produce la fractura, se conseguiría remodelación de la estructura ósea al actuar las membranas celulares óseas como un sistema mecanosensorial, habiéndose incluso especulado que el microstrain derivado de una carga aplicada al hueso, sería el responsable de la apertura de los canales iónicos de las membranas celulares óseas.

Martin plantea la hipótesis de que los osteocitos, como mecanosensores, mantendrían continuamente una señal inhibitoria con las células de revestimiento para que no se ponga en marcha la remodelación. Así las cargas normales mantendrían esa señal inhibitoria, y la ausencia de cargas haría desaparecer la señal favoreciendo la remodelación. En zona de sobrecarga moderada, las microfracturas eliminarían igualmente la comunicación osteocito-célula de revestimiento, suprimiendo la señal inhibitoria.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. INTRODUCCIÓN

La modificación de la cresta ósea perimplantaria ha sido abundantemente reseñada en la literatura. Catón y Nyman(103) demostraron que después de la cirugía ósea se produce una pérdida significativa de la altura de cresta ósea interdental, y existe un consenso general en cuanto a que el nivel de cresta ósea está normalmente localizado de 1,5 a 2 mm de la unión implante-pilar al año de seguimiento después de la restauración,(46, 104, 105) pero también parece ser que el nivel de cresta ósea es dependiente de la localización de la unión implante pilar.(106-108) La etiología de la remodelación ósea fue desde que se describió, bastante cuestionada.(109) Algunos investigadores apuntan que esta remodelación puede deberse a la transferencia del estrés mecánico del implante a la cresta ósea,(110-114) sin embargo otros autores lo atribuyen a la inflamación localizada del tejido blando per implantar.(115) Un factor que ha sido implicado en la caracterización cervical es el micro gap que existe entre la prótesis y la cabeza del implante en el sistema de dos piezas.(116-118) Este micro gap, generalmente descrito en la literatura, está asociado con la contaminación bacteriana que determina la formación de un infiltrado inflamatorio crónico, causando la reabsorción ósea de 2 mm.(106,117,119-125)

Parece ser que la remodelación ósea progresa de forma vertical (para restablecer lo que sería la anchura biológica) y también de forma horizontal.(126,127) Esta reabsorción horizontal es sobre 1 - 1,5 mm acorde con los estudios conducidos por Tarnow y cols.(128) Esta, por tanto, sería la razón para mantener una distancia mínima de 3 mm entre dos implantes y en una zona estética con el fin de obtener una papila intacta y el hueso per implantar estable. Además, aunque no es posible su valoración con los métodos radiográficos habituales, el primer contacto hueso-implante en la

zona bucal tiende a ser más bajo que en su correspondiente zona lingual, mesial o distal.(107) La reabsorción vertical fue estudiada por Hermann y cols.(129,106,107,130) que describieron los procesos biológicos que ocurren alrededor de un implante de dos piezas con una conexión al pilar y demostraron que el remodelado óseo es de aproximadamente 2 mm hacia apical de la unión implante-pilar.

Esto se ve apoyado por publicaciones posteriores que demuestran que cuando la unión implante-pilar se sitúa más profunda que el nivel de hueso, se produce una pérdida ósea en sentido vertical y se establece nuevamente una distancia de 2 mm desde la conexión implante pilar al hueso(129,112,131). Lo más significativo es que Hermann y cols.(129) demostraron que esta remodelación de los tejidos duros y blandos se forma aunque la superficie del implante esté tratada para favorecer la aposición de hueso, es decir, superficies de algún modo rugosas. En contradicción con otros trabajos que estiman que la superficie rugosa mejora la aposición ósea y el mantenimiento,(132) por lo cual parece evidente que la posición de la unión implante-pilar es más importante que la morfología rugosa o no del cuello del implante.

Hermann y cols.(130) además, enfatizan la importancia de la interfase en la remodelación ósea y los resultados que encuentra en su artículo, indican que la combinación de implantes soldados con el pilar tienen una distancia media significativamente menor de la interfase al punto de contacto hueso implante comparado con los implantes que no fueron soldados. Esto sugiere que incluso con el más preciso ajuste entre los componentes de los implantes ($<10\ \mu\text{m}$), la pérdida ósea no puede ser prevenida en la configuración de implantes de dos piezas en combinación con posibles movimientos entre el implante y el pilar. En un estudio retrospectivo, se obtiene un rango de reabsorción de 2-3 mm después del año dependiendo de la arcada, región mandibular, estatus de fumador, tipo de caso, calidad del hueso, tipo superficie y diseño del implante.(133)

Resultados similares se encuentran en otro estudio posterior en el que la radiografía del nivel de hueso marginal mostró una pérdida de 0,9 mm cuando se conecta el pilar y la corona y a continuación la pérdida ósea es de 0,7 mm al

año. Por lo tanto, se ha demostrado con el seguimiento de los implantes, que la remodelación ósea es un hecho y se caracteriza por una reducción en las dimensiones del hueso, tanto horizontal como vertical.(134) Hemos encontrado en la literatura varios trabajos sobre la distancia entre la interfase implante-pilar y el hueso, y en ellos se muestra que un incremento en la distancia vertical de la interfase implante-pilar en relación al hueso reduce la cantidad de pérdida ósea.(135,106,132,136)

Además de un desplazamiento vertical, la interfase implante-pilar puede ser desplazada horizontalmente mediante la alteración de los diámetros de los implantes y los pilares. El uso de pilares protésicos de diámetro reducido en relación al diámetro del implante limita la reabsorción ósea crestal que habitualmente se observa tras la restauración de los implantes de dos componentes usados tradicionalmente. Los resultados obtenidos por los distintos autores aplicando este concepto denominado plataforma estrecha o “platform switching” han puesto de manifiesto un cambio vertical menor del esperado en la altura de la cresta ósea que rodea estos implantes respecto al que se observa de forma típica alrededor de implantes restaurados de forma convencional con componentes protésicos de diámetros ajustados. En conclusión, de los estudios mencionados se puede afirmar que, en la mayoría de las ocasiones, no es necesario utilizar técnicas sumergidas, que las superficies rugosas favorecen la osteointegración y que la posición de la interfase implante-pilar es crítica en el remodelamiento óseo, puesto que si se aleja de la cresta ósea favorece el establecimiento de una anchura biológica y el mantenimiento del hueso.

Dado el innegable éxito de la implantología oral, además del aumento en número de las indicaciones terapéuticas, se han visto aumentadas las expectativas y las exigencias de las restauraciones. Así en la actualidad los requerimientos estéticos cobran mayor relevancia. No se espera únicamente que las prótesis osteointegradas cumplan sus objetivos funcionales, sino que además satisfagan las emergentes exigencias estéticas de los pacientes. Los criterios de éxito en implantología inicialmente descritos por Albrektsson y cols. (46) se han visto incrementados con la incorporación de criterios estéticos valorando tanto la restauración prostodóntica *per se* como la de los tejidos

blandos perimplantarios. Así mismo, cada vez son más los pacientes que nos demandan la pronta rehabilitación de sus restauraciones protéticas. Esto implica que si bien en un inicio el éxito de la implantología se basaba únicamente en la osteointegración de nuestros implantes, hoy en día este criterio está totalmente superado y hacemos una implantología basada en los requerimientos protéticos de nuestros pacientes. Así las cosas, los compromisos en cuanto al tiempo de espera para la rehabilitación de las futuras prótesis cobran especial importancia, apareciendo los conceptos del tiempo de carga.

2.2. EVALUACIÓN DEL HUESO

Además de datos clínicos como movilidad, grado de inflamación, recesión y profundidad de las bolsas, también, las valoraciones longitudinales radiográficas de las condiciones de hueso perimplantario, son métodos aceptados para analizar el éxito de los implantes dentales. Específicamente la valoración longitudinalmente en el tiempo de la pérdida de hueso crestral ha sido aceptada como criterio para el éxito implantario **(46,71)**. La radio lucidez perimplantaria, por ejemplo, ha sido uno de los hallazgos indicativos de fracaso de las fijaciones documentado desde los años 70 **(137,138)**. Sin embargo, la probabilidad de predecir la inestabilidad clínica de una fijación en un examen radiográfico en la población es baja y no permite hacer diagnósticos ni pronósticos.

Por lo tanto, el criterio de pérdida ósea perimplantaria es relevante incorporarlo para la valoración del éxito del implante y consecuentemente, un programa de seguimiento postoperatorio generalmente debería incluir la exploración mediante radiología de la altura de hueso marginal.

La medición de la altura de hueso marginal es una valoración compleja, si bien es una magnitud objetivable; debería lograrse un método que permitiese obtenerla con exactitud y reproducibilidad, sobre todo si se trata de la valoración de cambios de nivel óseo a lo largo del tiempo, por ejemplo, las mediciones obtenidas deben ser similares cuando se repiten, sea por el mismo

o diferente observador. A pesar de los continuos avances en los sistemas radiográficos extraorales (139-141), la radiografía intraoral usando la técnica paralela es la recomendada para visualizar mínimos cambios de hueso (142,143). Esta misma aproximación ha sido de interés en otros campos de la odontología (endodoncia, periodoncia), en donde la medición del hueso, diente u otras estructuras anatómicas era necesaria para el diagnóstico y tratamiento. Ya en épocas tempranas se puso de manifiesto que la distorsión de la imagen es inevitable utilizando las proyecciones habituales. Para evitar esta situación, en el trabajo que presentamos, además de incorporar la lógica técnica del paralelismo, todas las mediciones que se toman están hechas mediante llaves de silicona individualizadas para cada paciente con el fin de que la proyección sea siempre similar.

En la Literatura, hemos encontrado datos que indican que las radiografías podrían ser un sustituto razonable de las mediciones histológicas de la anchura biológica; según Hermann y cols. (129) existe una correlación lineal entre mediciones radiográficas e histológicas, en un estudio consecutivo en perros comparando la pérdida ósea alrededor de implantes de titanio. Sin embargo, entre las limitaciones de la radiología intraoral están que sólo se puede visualizar el hueso adyacente proximal (mesial y distal) a los implantes y que hay numerosos factores que pueden producir inexactitudes al determinar los niveles de hueso proximal a los implantes incluyendo imágenes distorsionadas o con defectos producidos durante el proceso de revelado.(144-149) El concepto de osteointegración de un implante implica según Adell (69) “un íntimo contacto del hueso al implante en todo su contorno con continua remodelación del hueso de soporte y el mantenimiento a lo largo de los años de una altura estable de hueso marginal bajo los niveles y tipos de cargas funcionales”.

Parece pues que el seguimiento radiográfico para detectar precozmente una radio lucidez y para evaluar los cambios en el tiempo de los niveles de hueso perimplantario puede ser muy útil. Por otro lado, para algunos autores, el examen radiográfico es el parámetro de elección para investigar la estabilidad de los tejidos perimplantarios. (46) Por lo tanto, parece que la medición del hueso crestral ha adquirido gran relevancia y esto ha originado la aparición en la

literatura de numerosos trabajos analizando la precisión y exactitud de las técnicas radiológicas. Así mismo, se han analizado los dos principales problemas que conllevan estas técnicas, específicamente, la distorsión radiográfica de las imágenes y la correcta definición y localización de los puntos de referencia que van a ser medidos.

2.2.1. DISTORSIÓN RADIOGRAFICA

Las dificultades en la obtención de radiografías exactas que permitan la toma de correctas mediciones ya aparecen como un tema de gran trascendencia en estudios tempranos como el de Hollender y Rockler en 1980.(144) En dicho trabajo los autores hablan de la pobre exactitud y precisión de las simples radiografías de los implantes. Utilizan como referencia la rosca de la fijación, puesto que cuando la proyección se desvía 13° de la proyección perpendicular en el plano vertical, las roscas individuales de la fijación no son discernibles debido a la distorsión de la imagen. Los autores concluyen que la excesiva angulación vertical de los rayos influye en la exactitud de la determinación del nivel óseo y aconsejan que la desviación no sea superior a 9° y en ningún caso superar los 13°. La exactitud *in vitro* de este método se ha informado que se encuentra dentro de un rango de 0,3 mm.

Otro trabajo testando la reproducibilidad de la medición de la altura de hueso perimplantario en relación a puntos de referencia sobre las fijaciones, resulta en una media de diferencia de las mediciones de 0,26 mm, la desviación estándar se encuentra dentro de $\pm 0,5$ mm; la diferencia más extrema que aparece en la literatura era de 2,6 mm.(109)

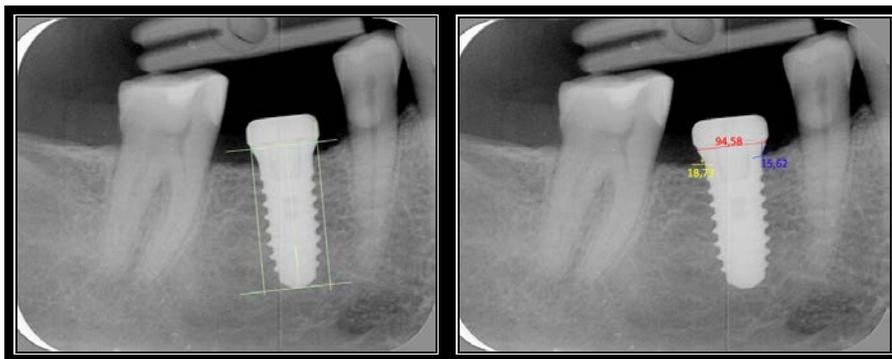


Imagen 5. Explicativo del modelo tipo de mediciones tal y como se han realizado en este estudio.

El uso de las roscas de las fijaciones como una referencia claramente definible requiere proyecciones perfectamente perpendiculares al eje del implante, sin embargo, en trabajos tempranos ya se advierte que cumplir rigurosamente los requisitos para evitar disparalelismos puede ser difícil en la práctica clínica. Cox y Pharoah (150) describen un porta radiografías que se puede unir a los implantes por medio de tornillos oclusales después de la remoción de las supra estructuras, consiguiendo una geometría muy exacta en la técnica; como inconveniente además de engorroso, obviamente no se puede utilizar en coronas cementadas por lo que su uso no ha sido muy habitual en la literatura. Un inicial e importante trabajo de Sewerin (151) estudia los errores en la valoración radiográfica de la altura del hueso marginal alrededor de implantes osteointegrados. En sus resultados refiere que la anchura de la cresta y la angulación de la fijación respecto a la placa radiográfica conducen a importantes distorsiones, provocando generalmente una supra estimación de la altura ósea; también es un factor a tener en cuenta la posición buco lingual de la fijación. Un estricto paralelismo entre el eje de las fijaciones y el plano del film es esencial para obtener resultados válidos usando radiografías periapicales, aunque el autor reconoce que obtener un estricto paralelismo puede ser utópico en muchos casos clínicos. Una desviación de 1° entre dos exposiciones puede resultar en un desplazamiento de la proyección de los márgenes óseos alveolares bucal y lingual entre 0,09 – 0,25 mm dependiendo del ancho de la cresta alveolar. Estos hallazgos enfatizan la necesidad de usar métodos precisos de estandarización para el control longitudinal de los cambios en la altura del hueso perimplantario.

En los iniciales estudios sobre las técnicas radiográficas más adecuadas para la medición de la altura de hueso crestral marginal, se han utilizado variadas aproximaciones intentando obtener en las distintas radiografías de control un idéntico paralelismo entre el eje de la fijación y el plano del film radiográfico.

Esto presenta evidentes problemas cuando el implante está sumergido o incluso cuando el puente o corona ha sido instalado, ya que los pilares pueden ser angulados y la orientación de la película radiográfica puede ser incorrecta. Dado que el eje del implante no es visible y puesto que no nos podemos guiar por la restauración coronaria, se ha intentado obtener el paralelismo y la validez entre varias radiografías mediante otros criterios, y uno de los más utilizados ha sido el de considerar que existe una correcta proyección perpendicular si las roscas de la fijación son nítidamente definibles en la radiografía. La validez de este criterio ha sido estudiada en un trabajo de Sewerin (152) que obtiene una alta precisión en las mediciones puesto que la mayoría de los registros difieren menos de 2° dentro de un rango de variación de +15° a -15°. Hay que señalar que se trata de un trabajo “in vitro” y en condiciones clínicas reales podría esperarse unas variaciones mayores.

Para obtener imágenes con mínima distorsión el “gold estándar”, es decir, el patrón de oro, es la técnica paralela combinada con un cono largo.(153) Usando esta técnica puede obtenerse una gran exactitud en las mediciones,(154) y algún trabajo informa de una diferencia media inter-examinadores de 0,18 mm entre la medida real y la obtenida por la radiografía, lo que representa un alto grado de discriminación de cambios óseos.(142) La técnica paralela se define como el paralelismo entre el objeto a estudiar y el plano de la película mientras que el eje central de los rayos X se ajusta perpendicularmente a ambos planos.

Desafortunadamente, en condiciones clínicas es mucho más fácil conseguir una posición perpendicular del eje central de los rayos X al film que al objeto. Cuando el objeto es un implante dental, todavía es más dificultoso porque el cuerpo del implante está situado dentro del hueso alveolar y no es visible. (155) Por lo citado anteriormente, muchos estudios están basados en el

desarrollo de las radiografías realizadas con la técnica perpendicular o “rightangle technique” (descrita a mediados de los años 50 por Benkow (156) y mejorada por Larheim y Eggen (157) para el estudio de la cresta ósea en dientes). Weber y Cols. (158) reseñan por primera vez, en la literatura sobre la implantología dental, que las radiografías estandarizadas se pueden mejorar si se utiliza un registro individualizado de mordida en combinación con la técnica de cono largo. Por ello, este es el sistema que nosotros hemos utilizado en todas y cada una de las radiografías efectuadas en nuestro estudio.

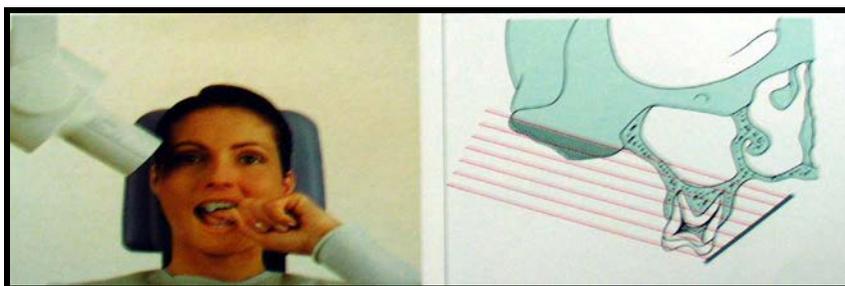


Imagen 6. La ausencia de técnica correcta de paralelismo provoca distorsiones en la imagen revelada.

A finales del siglo pasado se realizaron trabajos utilizando diversos portaradiografía.(159-161) La utilización de porta-radiografías, correctamente aplicados, proporciona un alineamiento perpendicular del cono de rayos al film y consecuentemente, una posición fija del punto focal. En esta disposición lo único que permanece variable es la posición y la inclinación del objeto que está siendo radiografiado, dentro de una serie de radiografías realizadas en estas condiciones, la inclinación del implante respecto al film cambiará de una exposición a otra, mientras que la posición del foco en relación al film permanecerá constante. Esto limita los posibles errores en la interpretación de la imagen a los siguientes cinco:(155)

1. Errores de proyección debido a la reproducción de estructuras tridimensionales en una película bidimensional.
2. Alargamiento de la imagen debido a la magnificación de la proyección.
3. Posición oblicua del objeto bajo examen.
4. Malinterpretación de los márgenes del objeto en la imagen.

5. Inexactitud de las mediciones de las distancias en la imagen radiográfica.

El punto clave sin resolver es la distorsión de la imagen, generalmente magnificación, debido a la posición oblicua del implante y ocurre más a menudo en el maxilar superior debido a la fuerte inclinación del paladar o la existencia de un paladar bajo. (129)

Los otros puntos es posible, sino eliminar totalmente, controlarlos en gran medida mediante el establecimiento de algún punto de referencia nítido como la aposición de bolas metálicas de calibre conocido o utilizar las propias medidas del implante conocidas. Es decir, por medio de una regla de tres como nosotros conocemos unos parámetros fijos, podemos sacar una distancia exacta.

En consecuencia, la pobre exactitud de las mediciones del nivel óseo aún en las llamadas “radiografías en condiciones estandarizadas” es un hecho irrevocable que se debe tener en cuenta en la valoración de los estudios longitudinales en implantología dental. En una revisión de la fiabilidad de las mediciones radiográficas para evaluar los cambios de hueso alveolar alrededor de dientes, no de implantes, Benn (162) concluye que las técnicas corrientes no son lo suficientemente sensibles para medir verdaderos cambios óseos hasta que al menos no alcanzan valores tan elevados como 1 mm.

Otros autores más recientemente, evaluando los cambios perimplantarios reseñan que la evaluación radiográfica del nivel de hueso no podrá ser superior a una precisión de 0,5 mm cuando el paralelismo no esté garantizado y la distancia foco-objeto sea inferior a 380 mm lo cual ocurre en la mayoría de las ocasiones(155). Moberg y cols.(163) en un artículo donde analizan la precisión radiográfica que se obtiene al realizar mediciones de la reabsorción ósea en los implantes estudiados, encuentran una precisión de 0,2 mm con un rango de error de 0,4 mm.

2.2.2. DEFINICIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA

Además de los problemas de distorsión radiográfica por disparalelismo, existe otro factor fundamental a tener en cuenta capaz de originar importantes errores metodológicos. Se trata de la correcta definición y localización en la placa de las estructuras que se pretenden valorar. Básicamente, en la valoración radiográfica de la altura de hueso marginal, se mide la distancia entre dos puntos de referencia radiográficos; los más utilizados son el cuello del implante por un lado (punto de fácil reconocimiento debido a su forma y a que se trata de una estructura metálica que destaca con gran nitidez en la placa) y por otro lado, se define el punto de contacto más coronal del hueso con el implante.

Este último punto puede ser de localización dificultosa, tanto por la escasa definición del hueso como por la superposición de imágenes óseas correspondientes a la cresta en su lado bucal que puede o no coincidir con la altura de la cresta en el lado lingual o palatino.

Algún autor ya ha señalado esta importante limitación metodológica afirmando que la principal fuente de error puede ser el reconocimiento correcto de los puntos de referencia en la interfase entre el hueso alveolar y el implante o diente. **164)** Hausmann y cols. **(165)** señalan también que la correcta definición de los puntos de referencia mejora la sensibilidad para detectar cambios óseos radiográficos.

Del mismo modo Brägger y cols. **(166)** realizan un trabajo en donde dos sujetos en consenso definen los puntos de referencia, y realizan las mediciones en tres ocasiones. En los resultados se comprueba cómo la precisión de la valoración del nivel óseo mejora de la segunda a la tercera medición reflejando una curva de aprendizaje en la definición de los puntos de referencia. Por tanto, de los estudios presentados en la literatura se desprende que la principal fuente de error, una vez establecido el correcto paralelismo, parece ser el reconocimiento de los puntos de referencia en la unión diente-hueso o implante-hueso.

2.2.3. UNIÓN IMPLANTE-HUESO

Los trabajos descritos en los apartados anteriores enfatizan la importancia del estudio de un parámetro de gran trascendencia que es la unión implante-hueso. Realmente en nuestro trabajo es fundamental, pues lo que queremos medir y el objetivo fundamental de nuestro estudio es la pérdida de hueso que se produce alrededor de los implantes dentales en una carga temprana de los mismos.

Éste es un punto clave en los estudios implantológicos y su estudio ha sufrido modificaciones a lo largo del tiempo del mismo modo que los protocolos implantológicos. Ya Schroeder y cols. (168,168) en sus trabajos, en los que utilizan implantes no-sumergidos, establecieron que los implantes orales se deben integrar con tres tejidos: hueso, tejido conectivo y epitelio. Este investigador y sus colaboradores estudiaron los requisitos para un contacto hueso-implante y lo denominaron “anquilosis funcional” y, además, describieron por primera vez de forma histológica el contacto de los tejidos blandos a la porción transmucosa de los implantes de titanio. (169) Uno de los requisitos previos para el éxito de los implantes osteointegrados recomendados por Branemark y Cols. (170) fue el recubrimiento del implante con tejidos blandos. Después de un periodo inicial de cicatrización se realiza una segunda cirugía, donde se coloca una tapadera de cicatrización con el objetivo de que el implante tenga conexión con la cavidad oral a través de los tejidos blandos. Por lo tanto, va a existir un espacio entre el implante y el pilar o la cresta ósea. Los implantes sumergidos, ocasionalmente se exponían a la cavidad oral, por ello, en esa época, se recomendaba que todos los implantes se dejaran sumergidos a fin de intentar evitar la posible contaminación bacteriana.(170, 137) Posteriormente, Albrektsson y Sennerby (171) sugirieron que “hay una evidencia insuficiente para apoyar la necesidad de una segunda cirugía...”, Ruggeri y cols.(172) según los resultados de sus estudios de las fibras de colágeno supracrestales alrededor de los implantes no-sumergidos, se posicionaron en contra de los que afirmaban que los implantes sumergidos son necesarios para evitar la inflamación local y la recesión epitelial. Ruggeri y cols. (173) concluyeron que: “en consonancia un implante no-sumergido que se deja

expuesto a la cavidad oral en el momento de la cirugía no influye en su supervivencia...”

Por lo tanto, la inicial controversia sobre los tejidos blandos que rodeaban al implante se abandona cuando muchos estudios clínicos longitudinales posteriormente muestran que ambos tipos de implantes (sumergidos y no sumergidos) pueden ser clínicamente exitosos.(33,137,138,174-183) Además se ha demostrado que no existen diferencias en la cicatrización de los tejidos duros cuando se compara implantes no-sumergidos y sumergidos.(184) Los implantes no sumergidos en ausencia de cargas han demostrado una curación de tejido blando favorable con unas estructuras resultantes similares a las de un diente natural.(185-187) Un importante trabajo de Jung y cols.(135) demostraron que en implantes rugosos y con pilares de distinto diámetro al cuello del implante pueden ser colocados de forma submucosa o transmucosa obteniendo similares resultados.

Aunque los análisis radiográficos revelan muy pequeña pérdida ósea e incluso un ligero incremento en el nivel de hueso en los implantes colocados a nivel de la cresta o 1 mm por encima, la mayor pérdida ósea ocurría en los implantes colocados 1 mm por debajo de cresta ósea, además confirmaron que no hay diferencias clínicas significativas entre una técnica submucosa o transmucosa.

2.3.EVALUACION DE LOS TEJIDOS BLANDOS. CONCEPTO DE ANCHURA BIOLÓGICA.

Además de los tejidos óseos es de gran importancia el estudio de los tejidos mucosos perimplantarios. La mayoría de los estudios implantológicos se han centrado en la relación del implante con el hueso, y muchos menos trabajos se han centrado en las relaciones y dimensiones de los tejidos blandos alrededor de los implantes.

Gottlieb(188) y Orban y Mueller(189) describieron el complejo epitelial que recubre al diente. Estos estudios presentan un concepto original del epitelio que no era universalmente aceptado en aquella época.

Estudios de Waerhaug(190) y Orban y cols.(191) años después describen el complejo epitelial que recubre al diente con secciones microscópicas de tejidos. De este modo, se estableció que el epitelio y el tejido conectivo contribuyen a un mecanismo de protección en un área crítica donde el diente natural penetra en la integridad del cuerpo.

Más tarde, Sicher(192) describió una unión dento-gingival alrededor del diente que se compone de dos partes, complejo de tejido fibroso y complejo de epitelio. Cada parte está diseñada para realizar una función de separación.

La firmeza del tejido se ha atribuido al complejo fibroso anclado en el cemento y la encía. Algunas fibras fueron descritas en forma circular y rodeando al diente. El epitelio está diseñado como una “abrazadera” que proporciona protección biológica al interior del cuerpo.

Muchos trabajos estudiaron las dimensiones y morfologías de los tejidos blandos. En 1961, Gargiulo y cols.(193) encontraron que la dimensión vertical de la unión dento-gingival, comprendida por el surco, el epitelio de unión y el tejido conectivo, es una forma fisiológica y dimensionalmente estable, posteriormente denominada “Anchura Biológica”, y que esta forma de unión se mantenga en un nivel depende de la localización de la cresta del hueso alveolar.

La dimensión y estabilidad del complejo dento-gingival, como los cambios en la cirugía o procedimientos restaurativos, han sido ampliamente investigadas.(103,194-202) La media de las dimensiones del complejo dento-gingival desde una visión frontal fue 3 mm, mientras que en la cara interproximal se observaron mediciones de 4,5 mm en diente natural.(193, 203-207)

Posteriormente, una vez comprendida la morfología en los dientes el interés se desplazó a los tejidos blandos alrededor de los implantes. Buser y

cols.(185) describieron el contacto del tejido conectivo a los implantes no sumergidos en un modelo animal. Estos investigadores demostraron que en una zona de 50 a 100 μm de ancho, se localizaban fibras densas circulares directamente adyacentes a la superficie del implante sobre el tejido alveolar.

Esta zona no contenía sangre y aparece como un tejido cicatricial sin células inflamatorias. Exteriormente a esta zona interna, se encontró un tejido conectivo poco firme, el cual abarca elevados componentes vasculares. Estos hallazgos se confirmaron también mediante microscopía electrónica.(208) Estos trabajos establecieron, por tanto, que la zona de contacto del tejido conectivo adyacente a los implantes no era similar al complejo de tejido conectivo de alrededor del diente ya que entre otros elementos, no se encontraron inserciones de fibras perpendiculares. Los cambios en la mucosa perimplantaria se han descrito como un intento por parte de los mecanismos de reparación tisular para mantener una dimensión biológica estable.(209) La mucosa perimplantaria, en contrapunto, es parecida al diente natural (el complejo dento-gingival) con componentes histológicos similares (surco gingival y epitelial y tejido conectivo) y dimensión (~ 3 mm).(185,186,210-216) Mientras la dimensión de cada componente debe cambiar con el tiempo, estos cambios no afectan significativamente a la dimensión total.(107,127,215)

Un importante trabajo ha sido el realizado por Berglundh y Cols (119) que compararon la estructura de la encía que rodea a los dientes y la estructura de la mucosa que rodea a los implantes.

Los tejidos tenían varios rasgos microscópicos en común. Así, ambas unidades tisulares estaban tapizadas por epitelio bucal bien queratinizado que se continuaba con un epitelio de unión de unos 2 mm de largo. El epitelio estaba separado del hueso alveolar por una zona de tejido conectivo > 1 mm de altura. El hecho de que el epitelio de unión, en el caso de los implantes, después de la segunda etapa quirúrgica nunca llegaba a la cresta ósea, sino que constantemente terminaba a 1 mm del hueso, indica que durante la cicatrización de la herida se inicia y se mantiene una interacción entre la superficie del implante (pilar) y la porción apical del tejido conectivo supralveolar. Estos autores llegaron a la conclusión de que hay una reacción

que se produce entre el tejido conectivo y la superficie de óxido de titanio del pilar, a esta reacción la denominó “connective-tissue integration”.

Del mismo modo, Cochran y cols.(217) demostraron la adhesión de las células del tejido epitelial y de los fibroblastos a las superficies rugosas y lisas del titanio. Sus resultados indicaron que la conexión entre conectivo-tejido podría evitar la emigración del tejido epitelial en las caras del titanio. La existencia de características similares de unión entre la mucosa y la superficie de titanio (epitelio de unión y zona de tejido conectivo) se comprobó posteriormente por estudios que valoraron sistemas de implantes diferentes con una o dos cirugías.(213) Es decir, dada la seguridad de la estabilidad inicial para el implante después de la inserción, la cicatrización del tejido blando y la formación resultante de una adherencia mucosa a la superficie del titanio son rasgos aparentemente independientes de si el implante estuvo inicialmente sumergido o no.(218)

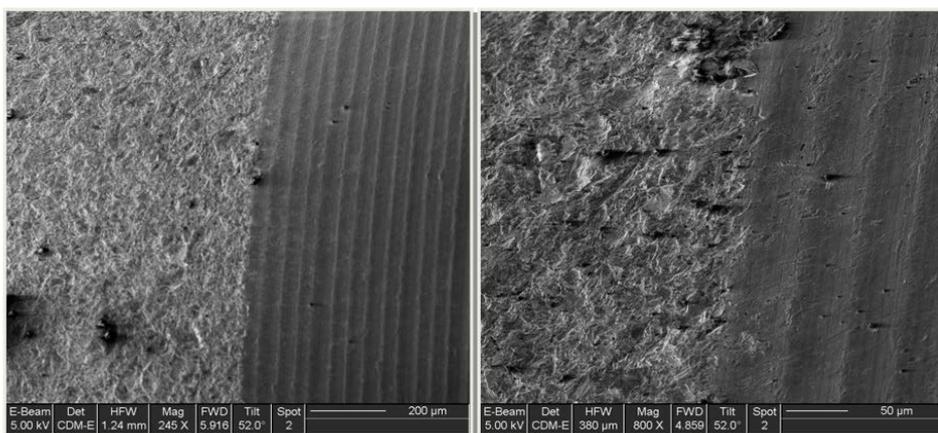


Imagen 7. Unión cuello – cuerpo implante a 25 y 50 aumentos

En un experimento con perros en el cual se utilizaron implantes tipo Bränemark System®, Berglundh y Lindhe(214) estudiaron la adherencia entre la mucosa y el implante. Al cabo de un periodo de seis meses, la mucosa perimplantar mostraba: un epitelio de unión de 2 mm de largo y una zona de tejido conectivo de alrededor de 1 mm de altura. En aquellas zonas donde antes de instalarse el pilar, la mucosa se había adelgazado, después de seis meses ésta había recuperado su altura en 3 mm pero a expensas de la reabsorción ósea y no en el pilar en sí. Por lo tanto, la adherencia entre la

mucosa y un implante de titanio comprende un epitelio de unión, de unos 2 mm de altura, y una zona de tejido conectivo ≥ 1 mm.

Se sugiere que la adherencia sirve para proteger la zona de osteointegración de la placa y de la cavidad bucal. Respecto a las consideraciones histológicas Lindhe(218) ofreció un sólido resumen. Un análisis integral de la composición de los dos compartimientos de tejido conectivo reveló que la mucosa perimplantar contenía sustancialmente más colágeno (85% frente al 60%) y menos fibroblastos (1-3% frente a 5-15%) que las regiones correspondientes en la encía. Es decir, la porción supralveolar de la mucosa perimplantar en la interfase de tejido conectivo y titanio tenía las características de un tejido cicatricial, rico en colágeno y con pocas células.

El aporte vascular a la encía proviene de dos fuentes diferentes: la primera son los grandes vasos sanguíneos supraperiósticos, que emiten ramas para formar los capilares de las papilas del tejido conectivo bajo el epitelio bucal y el plexo vascular lateral al epitelio de unión; y la segunda es el plexo vascular del ligamento periodontal, desde el cual corren ramas en dirección coronaria, pasan la cresta ósea alveolar y terminan en la porción supraalveolar de la encía libre. El implante carece de ligamento periodontal y, por lo tanto, de un plexo ligamentario.(218) Berglundh y cols.(219) observaron que el sistema vascular de la mucosa perimplantaria se origina únicamente en el gran vaso sanguíneo supraperióstico por fuera del reborde alveolar. Este vaso forma con sus ramas un plexo de capilares y vénulas por debajo del epitelio bucal y el de unión. En otras palabras, los sistemas vasculares por debajo de los epitelios de la encía y de la mucosa perimplantaria tienen un origen común. Sin embargo y según el mismo autor, parece ser que no hay ningún plexo vascular próximo al implante que pueda compensar la falta de un plexo del ligamento periodontal. Como consecuencia, el comportamiento del tejido conectivo supraalveolar apical al epitelio de unión de la mucosa perimplantar casi carece de aporte vascular.

Como conclusión, hay que decir que la encía de los dientes y de la mucosa de los implantes tienen algunas características en común, pero se diferencian en la composición del tejido conectivo, el alineamiento de los haces de fibras

colágenas y la distribución de las estructuras vasculares en el compartimiento apical al epitelio de unión.

Uno de los elementos cruciales involucrados en la restauración del aparato periodontal y dental es la zona interdental. Esta zona comprende el área de contacto, el espacio interproximal y la encía interdental. La forma de la papila interdental está determinada por las relaciones de contacto entre los dientes, la anchura de las superficies dentales proximales y la situación de la unión cemento-adamantina.(220)

La restauración o el mantenimiento de la papila es uno de los puntos críticos en el tratamiento restaurativo y en el que aparecen involucrados numerosos factores. Se han descrito varias clasificaciones para la valoración de los tejidos blandos. Seibert (221) define las limitaciones de los injertos de tejido blando para una mejor apariencia alrededor de prótesis fijas anteriores y así crear una clasificación de los defectos de la cresta alveolar que, posteriormente, fue modificada por Palacci y Ericsson(222) para valorar la cantidad de pérdida vertical y horizontal de tejido blando, duro o ambos en la región maxilar anterior. Jemt (223) realiza las mediciones de la papila mediante un índice score 0 – score 4, que pretende valorar la recesión de la papila, midiéndola desde el punto de contacto a la curvatura más elevada de la corona en un implante unitario. Todos ellos son intentos de establecer y clasificar los tejidos blandos a fin de disponer de parámetros realistas de diagnóstico y tratamiento.

Para medir la longitud de la papila se han presentado diferentes métodos, por medio de fotografías.(224) Hay autores que han desarrollado un índice clínico para valorar el contorno de la papila gingival(223,225,226) y otros han usado una técnica de sondaje hasta el nivel óseo.(204,227) Entre las desventajas de estos métodos se encuentra que algunos de estos son invasivos y pueden causar molestias y posibles daños a las estructuras, especialmente después de haber realizado procedimientos restaurativos; y finalmente otros sistemas que utilizan fotos clínicas o índices que no permiten evaluar la relación de la cresta ósea y la papila interdental. Posteriormente a éstos se ha descrito un método no invasivo usando material radiopaco para

marcar los tejidos blandos no visibles y una radiografía periapical, **(228)** dicho método ofrece unos resultados similares a otros métodos invasivos lo que le otorga gran exactitud.

En general las mediciones de tejidos blandos se obtienen con métodos no invasivos y por medio de fotografías que permiten la comparación de modificaciones a lo largo del tiempo. Una de las primeras valoraciones ha sido realizada por Tarnow y cols.**(204)** en 1992 en un estudio llevado a cabo en dentición natural y que valora la relación entre la papila interdental y el punto de contacto, concluyeron que la distancia desde el punto de contacto a la cresta ósea está en relación a la presencia de papila (la papila estaba presente en el 100% de los casos si la distancia desde el punto de contacto a la papila era de 5mm o menos, sólo estaba presente en el 56% de los casos cuando la distancia era de 6 mm y en un 27% cuando la distancia era de 7 mm o más). Por lo tanto, la localización del punto de contacto y el nivel de cresta ósea deben jugar un papel importante en la formación y mantenimiento de la papila interproximal.**(229)** Todo esto sugiere que la forma de la corona debe determinar la posición marginal del tejido blando, incluyendo la papila interproximal.**(230,231)** Tarnow y cols.**(128)** evalúan la relación entre la distancia entre dos implantes y el nivel de cresta ósea y demuestra que, cuando la distancia interimplante llega a ser menor de 3 mm, había una tendencia al incremento de la reabsorción ósea, por lo que la presencia de la papila se veía comprometida. Tarnow y cols.**(128,232)** muestran que el componente lateral de la anchura biológica existe alrededor de los implantes.

Esto varía desde 1,04 mm cuando dos implantes adyacentes son colocados a ≤ 3 mm, a 0,45 mm cuando los implantes son colocados ≥ 3 mm. Scarano y cols.**(233)** en el 2004 confirmaron este hecho en un estudio publicado en implantes colocados en caninos mandibulares. De similar opinión otro estudio describió el efecto de la distancia horizontal y vertical entre implantes adyacentes y su repercusión en la papila interproximal. Entre sus conclusiones está que cuando la distancia era menor que 2,5 mm, había una ausencia de papila entre dos implantes adyacentes.**(234)**

Hemos encontrado en la literatura también algún trabajo con opiniones divergentes que ha valorado la topografía y dimensiones de los tejidos blandos entre implantes adyacentes ya que su comportamiento puede ser diferente a la del grupo implante-diente.(115,213) Lee y cols.(235) no encontraron diferencias en la longitud radiográfica de la papila ni en el ancho de la mucosa queratinizada entre dos sistemas de implantes, ni encuentran diferencias entre implantes con una separación ≥ 3 mm o implantes separados por < 3 mm. Al mismo tiempo las relaciones entre la dimensión del tejido blando interproximal entre implantes adyacentes y varios parámetros (ancho de encía queratinizada, distancia horizontal entre implantes y distancia del punto de contacto a la cresta) han sido estudiadas.(236) Sin embargo, solamente el ancho de mucosa queratinizada es el único parámetro que muestra una relación significativa con la dimensión del tejido blando interproximal entre implantes adyacentes. Se encontró que la zona de encía queratinizada es mayor en el biotipo grueso.(230, 237) Es decir, las dimensiones de la mucosa perimplantaria pueden estar influenciadas por el grosor de la encía.(50)



Imagen 8. Implante Klockner Esencial con los dos tipos de cuello 0,7 y 1,5mm.

Los resultados del estudio de Lee y cols.(236) dan a entender que la anchura biológica del tejido blando que cubre a la cresta ósea interimplantaria no debería disminuir o aumentar a pesar de la distancia entre implantes adyacentes y la posición del punto de contacto. Sin embargo, la dimensión de tejido blando tiende a incrementarse donde existe mucosa queratinizada ancha. Es posible que la dimensión de la papila interimplantaria deba estar relacionada con el biotipo preexistente o la dentición natural contralateral, por lo que futuros

estudios se orientarán hacia el campo de la ingeniería genética y se enfocarán en el fenotipo gingival y el tejido blando alrededor de implantes dentales.

La estética de los tejidos blandos alrededor del diente natural está influida en gran manera por las dimensiones que se establecen en la formación de la anchura biológica. A grandes rasgos consiste aproximadamente en 1 mm de tejido conectivo, 1 mm de epitelio y 1 mm de surco gingival.(193, 206) Este sellado natural que otorga protección frente a agentes nocivos externos está también presente alrededor de los implantes, y su desarrollo y establecimiento es la principal causa de reabsorción ósea después de la exposición del implante a la cavidad oral.(186,107,214,238-240) La reabsorción ósea también depende del grosor óseo alrededor del implante, así en varios trabajos publicados por Wilderman y cols.(241) y Moghaddas y Stahl,(242) demostraron que la cantidad de reabsorción ósea es dependiente del grosor del hueso con una mayor reabsorción en áreas de hueso delgado. Esto hace posible que la cirugía de elongación coronaria en la cara lingual y bucal, resulta en una mayor anchura biológica tras la cirugía que en interproximal.(241, 242)

Cuando se considera la restauración protodóntica de un diente, Ingber y Cols.(203) discutieron la violación de la anchura biológica y las consecuencias potenciales de inflamación gingival, pérdida de hueso crestral y la recesión gingival. Nevins y Skurow(243) respaldaban el concepto de que la anchura biológica debía ser considerada en 3 mm de longitud, medida coronalmente desde la cresta alveolar. Esto permitiría a las restauraciones ser colocadas al menos, 1 mm dentro del surco gingival. Del mismo modo, así como el margen de la restauración puede ir dentro del surco gingival, la colocación de la unión implante-pilar demasiado cerca del hueso puede resultar en una destrucción alveolar.

Todos estos estudios han indicado que, la anchura biológica debe estar altamente dependiente con el diseño y superficie de los implantes. Los implantes con cuellos lisos y cortos han tendido a la pérdida ósea menor que los implantes con superficies largas y lisas colocadas por debajo del nivel de cresta ósea.(244)

Los implantes con superficie rugosa que se extienden al final de la unión implante-pilar tienden a tener menos pérdida de hueso alveolar.(245) Los factores involucrados en el mecanismo de reabsorción y deposición ósea

alrededor de los implantes dentales no son todavía completamente conocidos,(246) y son varias las teorías que intentan explicar los cambios observados en la altura de hueso crestral después de la restauración mediante implantes.(247) El establecimiento de la anchura biológica,(214, 215, 248, 249) la localización del infiltrado de células inflamatorias,(115,247) la distancia de la unión entre implante-pilar y la cresta ósea,(107,215,250) el biotipo gingival,(251) y la concentración de estrés debido a la carga oclusal,(45,110,246,252-256) son algunas de aquellas hipótesis.(249)

2.4. PREMISAS A NUESTRO OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal de este estudio es la evaluación estadística de los cambios significativos en los niveles del hueso crestral de un determinado implante dental a partir de radiografías periapicales estándar. Se evaluará la pérdida ósea a las 12 y 24 semanas y al año tras la cirugía y durante el seguimiento comparando los grupos A y B. Este estudio se va a realizar en implantes Klockner Essential de dos tipos de cuello: de 0.7mm y de 1.5mm de altura. Pretende por tanto, evaluar como son las pérdidas de hueso de dichos implantes y si puede afectar la longitud del cuello del mismo a la hora de producirse las reabsorciones óseas. Por lo tanto, intentaremos definir si es necesario que coexistan dos implantes similares pero con distintas alturas en su cuello, evaluando por tanto su comportamiento clínico. Para ello, como es lógico, valoraremos mediante una técnica estandarizada que se explicará más adelante, la pérdida de hueso crestral ósea. Así mismo relacionaremos estas pérdidas con las características del implante y a su vez con su ISQ (Análisis de frecuencia de Resonancia).

De las consideraciones previas y estado actual del tema debemos destacar las siguientes premisas:

- La necesidad de un control radiológico de los implantes a largo plazo para poder realizar un seguimiento de la evolución de los tejidos perimplantarios. Desde 1982 se ha establecido que “es imperativo que el

uso rutinario de cualquier sistema de implantes se base en la evaluación del resultado de las investigaciones clínicas seguidas a largo plazo".(46) Dichas investigaciones deben reflejar los cambios óseos perimplantarios y la cuantificación de la pérdida ósea, generalmente la altura de cresta ósea figura de manera obligada en todos los criterios de éxito y fracaso aplicables a cualquier sistema de implantes.

- Las valoraciones longitudinales radiográficas de las condiciones de hueso perimplantario se basan, específicamente, en la medición de la altura del hueso crestal, para lo cual se define el primer contacto hueso-implante respecto a un punto de referencia establecido de antemano que sea fácilmente discernible.
- A pesar de los continuos avances en los sistemas de diagnóstico por imagen, la radiografía intraoral usando la técnica paralela (la técnica paralela se define como el paralelismo entre el objeto a estudiar y el plano de la película mientras que el eje central de los Rx se ajusta perpendicularmente a ambos planos) es la recomendada para visualizar mínimos cambios de hueso. Además, un registro individualizado de mordida y la utilización de un porta radiografías permite la reposición exacta de la placa radiográfica en diferentes momentos a lo largo del tiempo. En estas condiciones es posible un alto grado de discriminación de cambios óseos. Sin embargo existen dos puntos claves sin resolver: la distorsión de la imagen, generalmente magnificación, debido a la posición oblicua del implante lo cual ocurre más a menudo en el maxilar superior debido a la fuerte inclinación del paladar o la existencia de un paladar bajo y el siguiente punto es la exacta definición en la placa radiográfica de los puntos de referencia a medir; por un lado un punto implantario muy nítido debido a su naturaleza metálica y otro difícil de discernir en ocasiones, que es el punto de contacto óseo. Ello implica que en determinadas situaciones anatómicas, sobre todo en el sector posterior, puede resultar muy difícil la valoración radiográfica.
- Es necesario, pues, ante cualquier intento de valoración radiológica del estado óseo perimplantario, conocer la precisión del método o métodos

utilizados, y de este modo situar en el contexto adecuado con las limitaciones los resultados obtenidos. También parece importante conocer la influencia que pueda tener en la obtención de los resultados la correcta definición de los puntos de referencia establecidos.

- En los iniciales sistemas de implantes con la interfase implante-pilar a nivel de hueso es habitual la aparición, una vez se procede a la exposición del implante y la conexión del pilar, de una remodelación de la cresta ósea, que implica una reabsorción tanto en sentido vertical como horizontal que ronda de 1,5 a 2 mm.(108) Dicha reabsorción está fuertemente relacionada con el espacio existente entre la prótesis y la cabeza del implante; esta separación está asociada con la contaminación bacteriana que determina la formación de un infiltrado inflamatorio crónico que causa la reabsorción.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Tal y como hemos comentado anteriormente y como nos gustaría recordar en este punto, debemos hacer unas consideraciones previas acerca de nuestro estudio y al objeto de desarrollar la metodología del mismo. Estas serían:

- La necesidad de un control radiológico de los implantes a largo plazo para poder realizar un seguimiento de la evolución de los tejidos perimplantarios. Desde 1982 se ha establecido que “es imperativo que el uso rutinario de cualquier sistema de implantes se base en la evaluación del resultado de las investigaciones clínicas seguidas a largo plazo”.(46) Dichas investigaciones deben reflejar los cambios óseos perimplantarios y la cuantificación de la pérdida ósea, generalmente la altura de cresta ósea figura de manera obligada en todos los criterios de éxito y fracaso aplicables a cualquier sistema de implantes.
- Las valoraciones longitudinales radiográficas de las condiciones de hueso perimplantario se basan, específicamente, en la medición de la altura del hueso crestal, para lo cual se define el primer contacto hueso-implante respecto a un punto de referencia establecido de antemano que sea fácilmente discernible.
- A pesar de los continuos avances en los sistemas de diagnóstico por imagen, la radiografía intraoral usando la técnica paralela (la técnica paralela se define como el paralelismo entre el objeto a estudiar y el plano de la película mientras que el eje central de los Rx se ajusta perpendicularmente a ambos planos) es la recomendada para visualizar mínimos cambios de hueso. Además, un registro individualizado de mordida y la utilización de un porta radiografías permite la reposición exacta de la placa radiográfica en diferentes momentos a lo largo del

tiempo. En estas condiciones es posible un alto grado de discriminación de cambios óseos. Sin embargo existen dos puntos claves sin resolver: la distorsión de la imagen, generalmente magnificación, debido a la posición oblicua del implante lo cual ocurre más a menudo en el maxilar superior debido a la fuerte inclinación del paladar o la existencia de un paladar bajo y el siguiente punto es la exacta definición en la placa radiográfica de los puntos de referencia a medir, por un lado un punto implantario muy nítido debido a su naturaleza metálica y otro difícil de discernir en ocasiones que es el punto de contacto óseo. Ello implica que en determinadas situaciones anatómicas, sobre todo en el sector posterior, puede resultar muy difícil la valoración radiográfica.

- Es necesario, pues, ante cualquier intento de valoración radiológica del estado óseo perimplantario, conocer la precisión del método o métodos utilizados, y de este modo situar en el contexto adecuado con las limitaciones los resultados obtenidos. También parece importante conocer la influencia que pueda tener en la obtención de los resultados la correcta definición de los puntos de referencia establecidos.
- En los iniciales sistemas de implantes con la interfase implante-pilar a nivel de hueso es habitual la aparición, una vez se procede a la exposición del implante y la conexión del pilar, de una remodelación de la cresta ósea, que implica una reabsorción tanto en sentido vertical como horizontal que ronda de 1,5 a 2 mm.(108) Dicha reabsorción está fuertemente relacionada con el espacio existente entre la prótesis y la cabeza del implante; esta separación está asociada con la contaminación bacteriana que determina la formación de un infiltrado inflamatorio crónico que causa la reabsorción.

3.1. OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO

Este es un estudio postcomercialización aleatorizado realizado a doble ciego, donde cada uno de los pacientes recibirán de 1 a 12 implantes en la zona posterior de maxilar o mandíbula, y cuyo objetivo principal es evaluar el comportamiento

clínico en carga temprana (6 semanas) de implantes Klockner EC 0.7 y EC 1.5 de diámetro 4.0 y 4.8. Recordaremos que el implante Klockner Essential es un implante que en su parte coronal (cuello) puede presentar dos tipos de altura distinta, aunque con las mismas características. Estas alturas son por tanto, de 0.7 y 1.5mm respectivamente. Estos implantes soportarán restauraciones de 1 a 6 unidades oclusales en la zona posterior de maxilar y la mandíbula. El tratamiento se evaluará con carga temprana (6 semanas) y durante un año tras la cirugía.



Imagen 9. Implantes Klockner Essential de diámetro 3.5, 4.0 y 4.8.

Los pacientes se dividirán en dos grupos aleatorizados según la superficie del implante:

A.- Implantes EC 0.7[®]

B.- Implantes EC 1.5[®].

El estudio se realizará a doble ciego. El cirujano desconocerá que implantes colocará al paciente que trata y los datos serán interpretados por un analista que desconocerá a qué grupo pertenece cada paciente.

Por todo ello el presente trabajo se ha diseñado como un estudio prospectivo aleatorizado a doble ciego, para valorar la respuesta ósea crestal a

la colocación de implantes dentales con dos diferentes alturas de cuello pulido, en el tratamiento de pacientes que precisaban implantes por presentar ausencia de uno a cuatro dientes en sectores posteriores de los maxilares, distal a la posición del canino. Ha sido llevado a cabo en un único centro, en el seno del Máster de Periodoncia e Implantes de la Facultad de Odontología de Sevilla, Universidad de Sevilla. El protocolo del estudio, así como el formulario del consentimiento informado fue aprobado por el Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Sevilla.

Por tanto, este estudio es la evaluación estadística de los cambios significativos en los niveles del hueso crestral a partir de radiografías periapicales estándar. Se evaluará la pérdida ósea a las 12 y 24 semanas y al año tras la cirugía y durante el seguimiento, comparando los grupos A y B. Este estudio se va a realizar en implantes Klockner Essential de dos tipos de cuello: de 0.7mm y de 1.5mm de altura. Pretende por tanto, evaluar como son las pérdidas de hueso de dichos implantes y si puede afectar la longitud del cuello del mismo a la hora de producirse las reabsorciones óseas. Intentaremos definir si es necesario que coexistan dos implantes similares pero con distintas alturas en su cuello, evaluando su comportamiento clínico. Para ello, como es lógico, valoraremos mediante una técnica estandarizada que se explicará más adelante, la pérdida de hueso crestral ósea. Así mismo, relacionaremos estas pérdidas con el diámetro del implante, con la localización del mismo con su ISQ.

Terminaremos diciendo que es importante volver a recordar que además de datos clínicos como movilidad, grado de inflamación, recesión y profundidad de las bolsas, también, las valoraciones longitudinales radiográficas de las condiciones de hueso perimplantario, son métodos aceptados para analizar el éxito de los implantes dentales. Específicamente la valoración longitudinal en el tiempo de la pérdida de hueso crestral ha sido aceptada como criterio para el éxito implantario. **(46,71)** La radiolucidez perimplantaria, por ejemplo, ha sido uno de los hallazgos indicativos de fracaso de las fijaciones documentado desde los años 70. **(137,138)** Sin embargo, la probabilidad de predecir la inestabilidad clínica de una fijación en un examen radiográfico en la población es baja y no permite hacer diagnósticos ni pronósticos.

Por lo tanto, el criterio de pérdida ósea perimplantaria es relevante para la valoración del éxito del implante y consecuentemente, un programa de seguimiento postoperatorio generalmente debería incluir la exploración mediante radiología de la altura de hueso marginal.

La medición de la altura de hueso marginal es una valoración compleja, si bien es una magnitud objetivable; debería lograrse un método que permitiese obtenerla con exactitud y reproducibilidad, sobre todo si se trata de la valoración de cambios de nivel óseo a lo largo del tiempo. Por ejemplo, las mediciones obtenidas deben ser similares cuando se repiten, sea por el mismo o diferente observador. A pesar de los continuos avances en los sistemas radiográficos extraorales, (139-141) la radiografía intraoral usando la técnica paralela es la recomendada para visualizar mínimos cambios de hueso. (142,143) Esta misma aproximación ha sido de interés en otros campos de la odontología (endodoncia, periodoncia), en donde la medición del hueso, diente u otras estructuras anatómicas era necesaria para el diagnóstico y tratamiento. Ya en épocas tempranas se pudo de manifiesto que la distorsión de la imagen es inevitable utilizando las proyecciones habituales. Para evitar esta situación, en el trabajo que presentamos, además de incorporar la lógica técnica del paralelismo, todas las mediciones que se toman están hechas mediante llaves de silicona individualizadas para cada paciente con el fin de que la proyección sea siempre similar.

3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Valoración de la estabilidad de los implantes y su evolución. Dicha medición se realizará con el sistema de Análisis de la Frecuencia de Resonancia (AFR) (Ostell Mentor®). Los datos se registrarán en el momento de la colocación de los implantes, a las 6 semanas y a los 3 meses de la colocación de los mismo.
- Se compararán los datos entre los grupos A y B.

- Se relacionarán los datos obtenidos mediante radiografías periapicales del nivel de hueso crestal con los datos de estabilidad de los implantes registrados mediante el sistema AFR en los diferentes momentos de control del estudio, comparando los grupos A y B.

3.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO

El estudio propuesto es un estudio prospectivo aleatorizado con una población de 25 pacientes mayores de 18 años y 81 implantes colocados.

Si un paciente es elegido para recibir tratamiento en dos o más cuadrantes de su boca, cada cuadrante se considerará una localización para el estudio, por tanto se considerará como un paciente/tratamiento independiente. Así pues se deberá rellenar una ficha del estudio por cada cuadrante tratado o incluido en el estudio del paciente.

Se han incluido adultos (\geq a 18 años) que necesitan de uno o más implantes para reponer ausencias dentarias en zonas posteriores de los maxilares, maxilar o mandíbula, en zonas distales a los caninos (posiciones de 4 a 7 según la FDI). Los pacientes a estudio han reunido los siguientes criterios de inclusión.

3.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los pacientes deben leer, entender y firmar el correspondiente consentimiento informado. (**Ver anexo**). El paciente debe firmarlo al menos un día antes de la cirugía, día "0" del estudio.

Cualquiera de ellos puede abandonar el estudio en cualquier momento sin ningún perjuicio y le será ofrecido un tratamiento alternativo a su situación dental.

Se debe advertir a los pacientes de la necesidad de asistir a las visitas de seguimiento para la recogida de los datos necesarios para el estudio.

Los pacientes se han comprometido a asistir en las visitas de control en el centro en el que se realice el estudio y la recogida de datos.

En resumen, se ha requerido:

1. Hombres y mujeres de al menos 18 años de edad.
2. Presentar ausencias dentarias en posición según nomenclatura de la FDI 4-5-6-7, en cualquier cuadrante.
3. Desear una restauración sobre implantes en la zona desdentada.
4. Los dientes en la localización a tratar deben haber sido extraídos al menos 4 meses antes del día de la cirugía de colocación de los implantes y estar sus alvéolos completamente cicatrizados.
5. Debe existir cantidad y calidad ósea adecuada en la localización



Imagen 10. Implante Klockner Esencial de cuello 1,5mm.

seleccionada para los implantes de forma y manera que permita la inserción de un implante Klockner EC[®] de 4.0mm de diámetro y al menos 8 mm de longitud, sin necesidad de aplicar técnicas de aumento óseo. Si la disponibilidad ósea es mayor y permite la colocación de un implante de 4.8 de al menos 8mm de longitud éste será el implante seleccionado siempre que sea en posición de molares. La disponibilidad ósea en el lugar de inserción de los implantes será tal que no comprometerá

estructuras anatómicas relevantes, con suficiente anchura como para permitir que un tabique óseo de al menos 1 mm rodee el núcleo del implante en todo su contorno.

6. La arcada antagonista debe ser de dientes naturales o prótesis fija sobre dientes naturales o implantes. No están permitidas prótesis parciales

removibles o dentaduras como dientes antagonistas de las prótesis colocadas sobre los implantes del estudio.

7. Los pacientes deben comprometerse a asistir a las visitas de control durante toda la duración del estudio.
8. Los pacientes deben presentar una oclusión estable, entendiéndose ésta como aquella en la que sea posible registrar una única posición intermaxilar de máxima intercuspidad entre los modelos superior e inferior del paciente sin necesidad de un registro de articulación y que no realicen movimientos excursivos laterales sobre los dientes a restaurar.
9. Los pacientes no deben mostrar signos de actividad de enfermedad periodontal: ausencia de supuración, índice de placa e índice de sangrado inferior a 15%.

3.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

3.5.1. CON RESPECTO AL PACIENTE

- Pacientes adultos que padezcan enfermedades que afecten a su capacidad inmunitaria y/o al metabolismo óseo.
- Pacientes en tratamiento con Bifosfonatos previa o actualmente.
- Pacientes con alteraciones en la coagulación.
- Historia de radioterapia en cabeza o cuello.
- Presencia de patología sistémica sin control.
- Abuso de drogas y/o alcohol.
- Pacientes infectados con VIH.
- Pacientes bruxistas severos o con signos de patología de la ATM o de dolor muscular.

- Pacientes fumadores de más de 10 cigarrillos diarios o su equivalente.
- Pacientes que presenten una oclusión inestable.
- Existencia de condiciones o circunstancias que en opinión del investigador puedan complicar la participación del paciente en el estudio o interferir con el análisis de los datos.

3.5.2. CON RESPECTO A LA LOCALIZACIÓN

- Presencia de cualquier patología de carácter local que contraindique el tratamiento con implantes dentales.
- Alvéolos sin cicatrizar.
- Localizaciones donde se realizaran procedimientos de regeneración ósea previa.
- Pacientes con inadecuada higiene oral.

3.6. DISEÑO DEL ESTUDIO

Cada paciente ha sido colocado en el grupo que le corresponda.

Las radiografías se han tomado de forma previa, postquirúrgica, en el momento de la colocación de la restauración definitiva (6 semanas), a los 3 meses, a los 6 meses y al año.

Se han realizado radiografías periapicales individualizadas con técnicas del paralelismo. Como se ha explicado anteriormente se realizaran llaves de mordida de silicona para disminuir los posibles errores derivados de cambios en la oclusión del paciente.

El registro de AFR (Ostell Mentor[®]) se realiza en el momento de colocación del implante, a las 6 semanas y a los 3 meses.

3.7. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPLANTES

Los implantes utilizados han sido EssentialCone[©], Klockner Implant System. Son implantes cónicos, de superficie rugosa shotblasted[©], que en su parte coronal (cuello) presentan una superficie o anillo pulido. Dicha superficie es rugosa por sustracción, obtenida mediante chorreado de partículas de alúmina y pasivado ácido. En el presente estudio se han utilizado para su comparación implantes con dos diferentes alturas de dicho anillo pulido; 0,7 y 1,5mm. En cuanto al diámetro, hay disponibles tres diferentes, 3,5, 4,0 y 4,8mm (diámetro a nivel de la plataforma de los dos primeros es de 4,5mm y del último 6mm), mientras que en cuanto a la longitud, ésta puede ser de 8, 10 o 12mm, todo ello según la disponibilidad ósea de cada localización.

3.8. ALEATORIZACIÓN

Cada uno de los pacientes ha sido incluido aleatoriamente en uno de dos grupos:

A – pacientes tratados con implantes EC 0.7[®].

B – pacientes tratados con implantes EC 1.5[®].

La aleatorización se ha realizado por el sistema de la “moneda al aire” una vez preparados los lechos para los implantes mediante osteotomías. Se refleja en la hoja de control de la cirugía de forma clara el grupo en que se incorpora al paciente.

Los datos han sido interpretados por un analista que desconocía el grupo de pertenencia de cada paciente.

3.9. DESARROLLO DEL ESTUDIO.

3.9.1. PROCEDIMIENTOS PREVIOS AL TRATAMIENTO.

- Es necesaria una evaluación previa del paciente en la que se compruebe si el paciente cumple o no los criterios de inclusión. Esta evaluación incluye un examen clínico, adecuada historia médica, debe registrarse la medicación usada actualmente por el paciente, y toma de radiografías si fuera necesario. Se entrega el consentimiento informado tal y como se refleja en el apartado correspondiente.
- La primera visita incluirá:
 - Radiografías de los dientes remanentes o implantes en el caso de existir.
 - Radiografías de las áreas propuestas para recibir implantes en el estudio. Se tomarán radiografías periapicales individualizadas (ver apartado correspondiente) de las zonas donde se alojarán los implantes.
 - Descripción de las zonas desdentadas candidatas a rehabilitarse dentro del estudio así como de las áreas adyacentes incluyendo, si existieran, cualquier situación patológica.
 - Descripción de la arcada antagonista registrando de forma específica las características de la dentición antagonista de los lugares a restaurar con implantes.
 - Fotografías intraorales de la situación previa a la cirugía.
 - Instrucciones de higiene oral.
 - Acuerdo del paciente en cumplir los requerimientos del estudio y firma del consentimiento informado.

La evaluación quirúrgica y protodóntica deberá comprobar lo siguiente:

- La anchura de la cresta ósea desdentada deberá ser como mínimo de 6 mm (7mm para los implantes de 4.8).
- La morfología de la cresta deberá ser estudiada con el fin de poder identificar la posible posición tridimensional del implante (relación con la futura prótesis) y que ésta sea correcta.
- Valoración de la calidad de la mucosa que cubre la zona desdentada.
- Valoración del espacio restaurador y de la relación interarcadas.
- Valoración de la disponibilidad ósea en altura de forma que se asegure al menos 8 mm de altura ósea, de forma específica que el implante quede alejado del canal del nervio dentario o que no se introduzca en el seno maxilar. La disponibilidad ósea deberá ser tal en sentido vertical que permita la existencia de al menos 2 mm de tabique óseo entre el ápice del implante y el canal del nervio dentario.

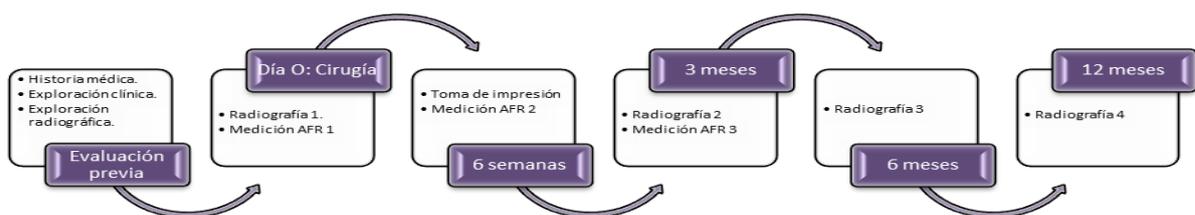


Imagen 11. Cronograma del procedimiento.

3.9.2. PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

- La cirugía de colocación de implantes se ha realizado en condiciones de asepsia, mediante la preparación de un campo estéril en un gabinete dental preparado para cirugía oral.
- Se ha administrado a todos los pacientes tratamiento antibiótico (amoxicilina tabletas 750 mg/8h ó clindamicina capsulas de 300 mg/8h), antiinflamatorio (ibuprofeno tabletas de 600 mg/8h) junto con un protector gástrico (omeprazol capsulas 20 mg/24h). Se comienza con el tratamiento médico 30 minutos antes del comienzo del procedimiento quirúrgico.
- La cirugía se ha realizado bajo anestesia local.
- Se ha seguido el protocolo quirúrgico propuesto por la casa fabricante de los implantes, Klockner[®], de implantes en 1 sola fase quirúrgica.
- Se ha realizado incisión crestal en mucosa queratinizada siempre que ha sido posible.
- Una vez realizadas las osteotomías para confeccionar los lechos de los implantes, se procede a incluir al paciente dentro del grupo A ó B por el procedimiento de la “moneda al aire”, registrándose en la hoja de cirugía claramente.
- Las osteotomías se realizan de forma que una vez colocados los implantes quede cubierta la superficie activa del implante dentro del tejido óseo, dejando el cuello pulido del implante fuera del lecho óseo.
- La sutura de la herida se realiza con sutura Supramid[®] y puntos simples.
- La estabilidad del implante se comprueba inicialmente de forma manual intraoperatoriamente. Si algún implante refleja de este modo ausencia de estabilidad primaria el paciente será excluido de su participación en el estudio y se recluta a otro paciente. No se ha considerado un tratamiento o implante fracasado.

- Se registra la distancia desde el hombro del implante a la cresta ósea en las paredes mesial, distal, vestibular y lingual o palatino de forma previa a la sutura de los colgajos.
- Se registra la estabilidad del implante mediante la medida del AFR (Ostell Mentor[®]), realizándose la medición al Smartpeg atornillado sobre el implante. La determinación del valor ISQ – AFR se realiza en dos momentos en cada paciente durante el procedimiento de colocación de los implantes, antes de la sutura de los colgajos y después de la sutura de los mismos. Para cada determinación, como se explica en el apartado correspondiente, se toman dos medidas registrándose como valor ISQ la media entre los dos valores.
- Se toman radiografías periapicales individualizadas postquirúrgicas con técnica de la paralela.
- El paciente ha recibido las instrucciones postoperatorias según criterio del investigador coordinador de la parte clínica del estudio, continuando con el tratamiento médico comentado anteriormente salvo cambio necesario a instancias de lo sucedido en la cirugía.

Pacientes excluidos del estudio durante la cirugía:

Si en el momento de la inserción del implante no hay disponibilidad ósea adecuada o no se consigue estabilidad primaria o sucede cualquier otro problema previo a la colocación del implante se ha retirado al paciente del estudio. No se considerará un tratamiento o implante fracasado. Se reclutará otro paciente que reemplazará al paciente excluido en el estudio.

3.9.3. VISITA A LAS 2 SEMANAS

A los pacientes les han sido retiradas las suturas a los 15 días tras la cirugía y se han evaluado el estado de los tejidos.

3.9.4. VISITA A LAS 4 SEMANAS

Visita de monitorización clínica de la salud de los tejidos periimplantarios. Los procedimientos de control que se realizan en cada visita son los empleados de forma rutinaria en el seguimiento de pacientes periodontales. Registrándose:

- Cambios en la situación médica.
- Cambios en la dentición antagonista.
- Movilidad del implante.
- El índice de placa (Mombeli 1987) Se determina en las superficies mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.

0: Ausencia de placa.

1: Determinación de la presencia de placa al pasar una sonda.

2: Placa visible.

3: Abundante materia alba.

- Índice de sangrado del surco (Mombelli 1987). Se determina en las superficies mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.

0: Ausencia de sangrado.

1: Sangrado aislado.

2: La sangre forma una línea roja en el margen.

3: Sangrado profuso.

- Profundidad de sondaje. Se registra en la superficie mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.
- Toma de impresiones mediante el uso de cofias de impresión atornilladas para sistema Octacone[®] 12^o con cubetas perforadas, usando poliéteres de

viscosidad media como material de impresión (Impregum 3M- ESPE®). Se han confeccionado prótesis metal-cerámica retenidas mediante tornillos para permitir la retirada en las sucesivas visitas de control. Las prótesis se confeccionan sobre pilares Octacone® 12°. Las prótesis se han realizado en aleación de base paladio con caras oclusales cerámicas, estando ferulizados los implantes a través de la prótesis en una única pieza. Las prótesis se elaboran con arreglo a los criterios convencionales de construcción de coronas y puentes sobre implantes (utilización de articulador semiajustable, diseño oclusal en oclusión mutuamente protegida, control del ajuste pasivo de la estructura, superficies oclusales mínimas).

3.9.5. VISITA A LAS 6 SEMANAS

Se registran:

- Cambios en la situación médica general del paciente.
- Historia dental desde la visita anterior.
- Cambios en la dentición antagonista.
- Movilidad del implante.
- Registro del valor ISQ: mediante el sistema AFR (Ostell Mentor). Realizándose la medición al Smartpeg atornillado sobre el implante.
- Índice de placa (Mombelli 1987).

0: Ausencia de placa.

1: Determinación de la presencia de placa al pasar una sonda.

2: Placa visible.

3: Abundante materia alba.

- Índice de sangrado del surco (Mombelli 1987).

0: Ausencia de sangrado.

1: Sangrado aislado.

2: La sangre forma una línea roja en el margen.

3: Sangrado profuso.

- Profundidad de sondaje. Se registran en la superficie mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.
- Control radiográfico mediante radiografías periapicales individualizadas con técnica de la paralela.
- Colocación de la prótesis.

Se colocan los pilares Octacone[®] 12^o realizando un apretamiento a 30 N con la llave de control de torque de Klockner[®] y sobre ellos las prótesis, fijando los tornillos mediante atornillado normal.

- El ajuste oclusal se realiza manteniendo contacto en máxima intercuspidad durante un apretamiento fuerte y estando libre de contacto durante un apretamiento suave.

Recordaremos que los protocolos de carga para los implantes dentales han sido foco de discusión desde el origen de la osteointegración, y son muchos los autores que han intentado definirlos basándose en criterios clínicos y biológicos. Los diferentes grupos tratan de clasificar el momento de introducción de la carga a los implantes durante el periodo de cicatrización. En los últimos años se ha generado una cierta confusión en torno a los protocolos de carga en implantología oral y por tanto en su terminología. (97). Como explicamos anteriormente, carga inmediata, carga temprana, carga convencional y carga tardía han sido pues, motivo de debate y discusión por parte de la comunidad científica internacional (98-101)

3.9.6. VISITA A LAS 24 SEMANAS.

Se registran:

- Cambios en la situación médica general del paciente.
- Historia dental desde la visita anterior.
- Cambios en la dentición antagonista.
- Movilidad del implante.
- Índice de placa (Mombelli 1987).
 - 0: Ausencia de placa.
 - 1: Determinación de la presencia de placa al pasar una sonda.
 - 2: Placa visible.
 - 3: Abundante materia alba.
- Índice de sangrado del surco (Mombelli 1987).
 - 0: Ausencia de sangrado.
 - 1: Sangrado aislado.
 - 2: La sangre forma una línea roja en el margen.
 - 3: Sangrado profuso.
- Profundidad de sondaje. Se registra en la superficie mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.
- Control radiográfico mediante radiografías periapicales individualizadas con técnica de la paralela.

3.9.7. VISITA AL AÑO

Se registran:

- Cambios en la situación médica general del paciente.
- Historia dental desde la visita anterior.
- Cambios en la dentición antagonista.
- Movilidad del implante.
- Índice de placa (Mombelli 1987).
 - 0: Ausencia de placa.
 - 1: Determinación de la presencia de placa al pasar una sonda.
 - 2: Placa visible.
 - 3: Abundante materia alba.
- Índice de sangrado del surco (Mombelli 1987).
 - 0: Ausencia de sangrado.
 - 1: Sangrado aislado.
 - 2: La sangre forma una línea roja en el margen.
 - 3: Sangrado profuso.
- Profundidad de sondaje. Se registra en la superficie mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.
- Control radiográfico mediante radiografías periapicales individualizadas con técnica de la paralela.

Durante cada una de las visitas se ha realizado limpieza y mantenimiento de restauraciones.

Los pacientes durante el tiempo de duración del estudio han debido informar de cualquier cambio en su estado de salud desde el momento del comienzo del estudio, así como de la aparición de cualquier complicación como dolor, parestesia o infección periimplantaria y ha sido registrada en la hoja de control correspondiente. En el caso de aparecer alguna complicación se ha monitorizado al paciente hasta resolverla.

3.10. RADIOGRAFIAS

Se han tomado **radiografías panorámicas** en los siguientes momentos del estudio:

- De forma previa a la cirugía.
- Postquirúrgica.
- En la visita de control del año.

Se han tomado **radiografías periapicales individualizadas** con técnica de la paralela en los siguientes momentos del estudio.

- De forma previa a la cirugía.
- Postquirúrgicas.
- En la visita a los 3 meses tras la instalación de la prótesis.
- En la visita a los 6 meses tras la instalación de la prótesis.
- En la visita de control al año.

Las radiografías han sido de alta calidad y definición de tal forma que se puedan identificar los contornos óseos. No es esencial que se observe la parte apical de los implantes en las radiografías, pero deben ser visibles, como mínimo dos espiras en la parte mas coronal del implante en las radiografías.

Estas radiografías se han usado para la determinación de la posible pérdida ósea.

Las radiografías se han podido tomar sobre película radiográfica convencional o sobre soporte digital. Se ha usado el mismo sistema en todas las visitas en las que se hayan tomado radiografías.

3.10.1. MÉTODO DE REALIZACIÓN DE LA TOMA DE RADIOGRAFIAS

Para la realización de radiografías periapicales individualizadas se ha utilizado en todas las visitas del mismo paciente el mismo soporte-férula para el posicionamiento de la radiografía (por ejemplo el sistema de anillos XCP® o similar).

Las radiografías se han realizado con la película colocada paralela a los implantes y el cono del aparato emisor de rayos X perpendicular a los implantes.



Imagen 12. Escala y medida real en el método radiológico empleado en este estudio.

Se ha fabricado una férula a medida, individualizada, para el posicionamiento correcto de la radiografía, de forma que se pueda reproducir la proyección en cada una de las visitas en que sea necesario. El resultado ha sido la obtención de una serie de radiografías fácilmente comparables, permitiendo la detección de cambios mínimos en el contorno óseo.

Para la fabricación de la férula de posicionamiento se ha usado un posicionador radiográfico XCP, individualizándose la posición merced al registro de

la huella del borde incisal de la restauración o de los dientes adyacentes con resina acrílica o silicona para registro de mordida. Las huellas registradas han sido de la arcada en la que se colocaron los implantes.

Las férulas de posicionamiento para las radiografías previas y postquirúrgicas no han registrado las huellas de las reconstrucciones sobre los implantes y se han posicionado, por tanto, con las huellas de los dientes adyacentes. Una vez instalada la prótesis se ha procurado obtener la proyección lo más similar posible.



Imagen 13. Los dispositivos de anillos XCP nos permiten realizar la técnica del paralelismo. Unido a una llave de silicona, esta referencia es sistemática en el tiempo.

La proyección ideal se obtiene registrando en la férula la huella de los dientes de la misma arcada en que se han colocado los implantes. Otra opción es el registro de la huella de los dientes de la arcada antagonista. Esta opción tiene la ventaja de no necesitar modificación a lo largo del estudio de la férula de posicionamiento. Presenta el inconveniente de permitir más variaciones en la proyección y exige más precisión a la hora de capturar las radiografías.

3.10.2. FABRICACIÓN DE LA FÉRULA

Una vez colocada la película en el soporte XCP y con el uso de una jeringa dispensadora de acrílico, se coloca una pequeña cantidad de este en el soporte haciendo morder al paciente y observándose que se registren la huellas de los dientes. Una vez polimerizada la resina, se obtiene la primera radiografía.

Tras la retirada de la férula de la boca se debe almacenar de forma cuidadosa para su uso en futuras visitas de control (Ver apartado específico sobre la toma de radiografías periapicales individualizadas con férula y técnica de la paralela).

3.11. MOVILIDAD DEL IMPLANTE

Se ha comprobado de forma directa e indirecta en cada visita.

- Comprobación directa:

Se ha medido por el contacto directo sobre los implantes o las restauraciones. Si el implante muestra movilidad es un tratamiento fracasado y el paciente deberá abandonar el estudio registrándose la salida del mismo, salvo que se den las circunstancias descritas más adelante.

- Comprobación indirecta:

Una vez colocada la prótesis se puede comprobar la movilidad de forma indirecta por los siguientes síntomas:

- Presencia de cualquier radiolucidez periimplantaria presente en las radiografías.
- Presencia de una infección periimplantaria recurrente.
- Presencia de dolor constante o recurrente.
- Fracaso estructural del implante.

La retirada del implante por otras razones diferentes de un fracaso estructural, movilidad o infección, como por ejemplo, un error en la planificación y la consecuente incorrecta posición del implante, no se ha considerado fracaso.

Si aparece uno de los síntomas antes descritos o la prótesis presenta movilidad, ésta ha sido retirada. Si el problema que origina la movilidad está a nivel de la prótesis, ésta se ha reparado y colocado de nuevo, registrándose la circunstancia como un episodio adverso. Si el problema se sitúa a nivel del implante se ha instaurado tratamiento, buscando el mayor interés para el paciente.

Es posible en el caso de restauraciones sobre múltiples implantes, que la prótesis se pueda utilizar sobre los implantes remanentes, de tal forma que el protocolo del estudio se pueda seguir y el paciente pueda permanecer dentro del estudio. Si el paciente ha salido del estudio, un nuevo paciente ha sido incluido, siempre y cuando haya permanecido abierto el periodo de reclutamiento.

La movilidad se ha registrado en todas las visitas.

3.11.1. ANÁLISIS DE LA FRECUENCIA DE RESONANCIA (AFR)

Se ha registrado el AFR con el sistema Ostell Mentor[®], utilizándose de forma estándar según el protocolo descrito por el fabricante. Para la determinación del cociente de estabilidad del implante, valor ISQ, el sistema necesita que se atornille en el implante el dispositivo Smartpeg. Este se atornilla de forma manual con el instrumento plástico que suministra la compañía con un torque aproximado de 4 ó 5 N. No debe apretarse el Smartpeg en exceso dado que se puede deteriorar. Cada dispositivo Smartpeg tiene vida para la toma de 5 registros aproximadamente.



Imagen 14. Ostell Mentor utilizado en nuestro estudio.

Una vez atornillado el dispositivo se toman dos mediciones de cada implante, registrándose el valor medio de ambas, siempre que no exista una variación entre ambas superior a 4 puntos. Si esto sucede se registrarían dos nuevas medidas. El Smartpeg empleado con cada paciente se esteriliza en frío y se almacena con el resto de los registros de ese paciente para usarlo en las visitas sucesivas. El

dispositivo Smartpeg se ha sustituido por un nuevo elemento cuando este no haya funcionado correctamente.

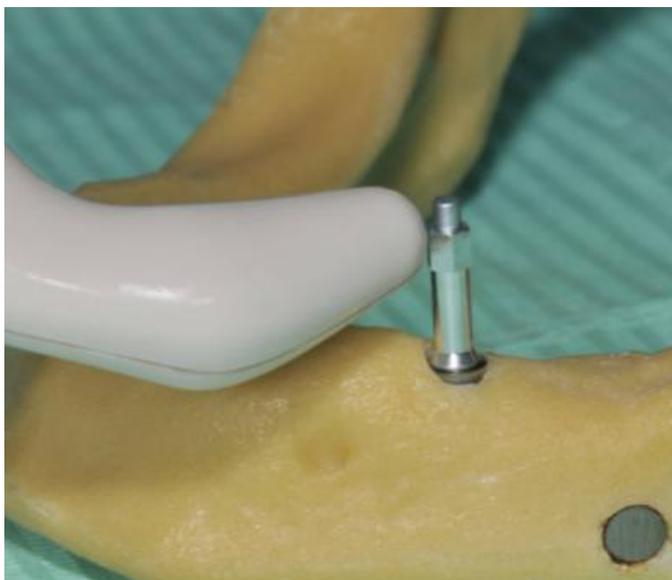


Imagen 15. Utilización Ostell Mentor.

La colocación de la sonda de registro del Ostell Mentor[®] con respecto al Smartpeg se realiza en todos los implantes y en todas las visitas en la misma posición, de forma perpendicular al eje del Smartpeg.

Los datos obtenidos en el AFR mostrarán de forma dinámica los cambios que se produzcan a nivel de la superficie del implante

3.12. EVALUACION DEL OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal es evaluar los cambios en el nivel del contacto hueso - implante a nivel crestal desde el momento de la cirugía hasta los 12 meses, estableciendo las diferencias entre el grupo A (pacientes tratados con implantes EC 0.7) y el grupo B (pacientes tratados con implantes EC 1.5).

Las radiografías individualizadas se han analizado para calcular los cambios en los niveles de hueso entre el hombro del implante y el primer punto de contacto óseo visible (profundidad de contacto hueso-implante- PCHI). La PCHI se ha medido en la parte mesial y distal de cada implante.

En cada radiografía se ha calculado el factor de distorsión real, estableciendo la relación entre el tamaño de la imagen radiográfica del implante y el tamaño real del implante.

Un especialista independiente ha realizado las determinaciones del punto de contacto óseo (primer contacto del hueso crestal con la superficie del implante) y las mediciones de PCHI. Este especialista desconocía al grupo al que pertenecía cada uno de los pacientes.

Con los datos obtenidos se ha realizado el estudio estadístico por el Departamento de Estadística de la Facultad de Odontología Universidad de Sevilla.

3.13. EVALUACIÓN OBJETIVO SECUNDARIO: ANÁLISIS DE FRECUENCIA RESONANCIA – VALOR ISQ.

El valor ISQ (AFR) permite conocer de forma indirecta los cambios que ocurren a nivel de la interfase hueso – implante.



Imagen 16. Smartpeg y aparatología Ostell Mentor.

La monitorización de cada uno de los implantes a lo largo del estudio ha permitido la obtención de datos que se han analizado por el Departamento de Estadística de la Facultad de Odontología de la Universidad de Sevilla, analizando así mismo las posibles diferencias entre el grupo A (pacientes tratados con implantes EC 0.7) y el grupo B (pacientes tratados con implantes EC 1.5).

El análisis del valor ISQ ha establecido, no sólo su cambio en el tiempo para cada uno de los implantes, sino la relación puntual y dinámica en cada implante en función de su longitud, del tipo de hueso en el que está colocado y con el PCHI.

3.13.1. CRITERIOS DE ÉXITO

Un implante superviviente ha sido un implante que está en el lugar en el que fue colocado en el momento de la visita de control.

Un implante en concreto se ha considerado con éxito si cumple los siguientes requisitos:

- Ausencia de movilidad.
- Ausencia de radiolucidez periimplantaria en los controles radiográficos.
- Ausencia de infección periimplantaria recurrente.
- Ausencia de dolor continuo o recurrente.
- Ausencia de fallo estructural del implante.
- Pérdida ósea menor de 2 mm en la visita al año, definiéndose la pérdida ósea como la media entre la medida de la PCHI mesial y distal de cada implante.

El éxito de la prótesis se ha establecido al año considerando si permanece estable, funcional y si no está asociada a la incomodidad del paciente.

La naturaleza y frecuencia de complicaciones y episodios adversos se han registrado a lo largo del estudio y de forma especial las sensaciones subjetivas del

paciente, tales como disconfort a la masticación o satisfacción del paciente con el tratamiento.

3.13.2. EPISODIOS ADVERSOS.

Un episodio adverso es cualquier episodio que altera la salud del paciente o compromete el éxito de un implante por cambiar la situación de comienzo del estudio.

A continuación se transcribe una relación de las complicaciones y episodios adversos más comunes:

- Fracaso del implante.
- Ausencia de estabilidad primaria.
- Fractura del implante.
- Radiolucidez continua alrededor del implante.
- Movilidad del implante.
- Dehiscencia en la cirugía de colocación del implante.
- Fenestración en la cirugía de colocación del implante.
- Rotura del suelo del seno maxilar.
- Perforación del suelo del seno maxilar.
- Invasión del canal mandibular.
- Fractura de una fresa.
- Infección del tejido blando periimplantario.
- Infección periimplantaria.
- Sangrado crónico periimplantario.

- Supuración periimplantaria.
- Abscesos.
- Recesión gingival.
- Hiperplasia de las papilas periimplantarias.
- Aparición de hematomas.
- Aparición de fístulas.
- Problemas estéticos.
- Fracturas de la prótesis.
- Aparición de dolor.
- Sensación de discomfort.
- Parestesias.
- Impactación de alimentos.
- Deglución de un componente.
- Aspiración de un componente.
- Osteomielitis.
- Hemorragia.
- Muerte del paciente.
- El paciente rechaza el consentimiento.
- El paciente abandona el estudio por motivos de salud.
- El paciente desaparece a lo largo del seguimiento.
- El paciente se muda de localidad y abandona el estudio.

- Cambio en el estatus médico del paciente que no tiene relación con la salud de los implantes.
- Cambios en el estatus médico del implante con relación con la salud de los implantes.
- Embarazo.

3.14. ANALISIS DE LOS DATOS

La valoración individual de los implantes se ha realizado evaluando su tasa de supervivencia a largo plazo (life table analysis).

Se ha realizado el análisis y las comparaciones de las variables clínicas por el Departamento de Estadística de la Facultad de Odontología de la Universidad de Sevilla.

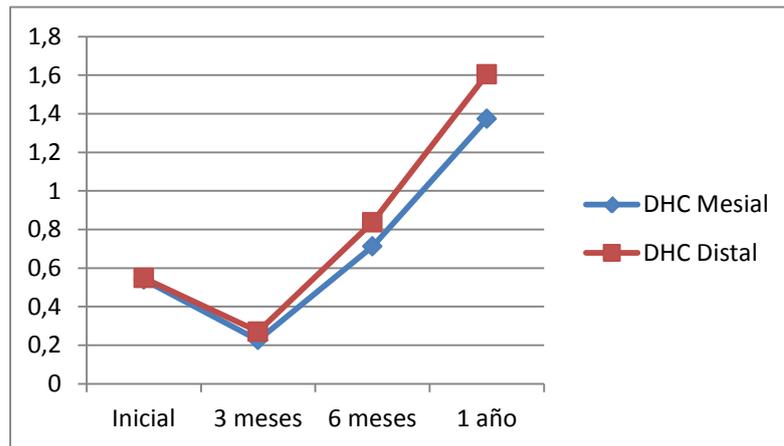
4. RESULTADOS

Un total de 25 pacientes que reunían los criterios descritos, han sido incluidos en el estudio, colocándose un total de 81 implantes, 40 en el maxilar superior y 41 en la mandíbula.

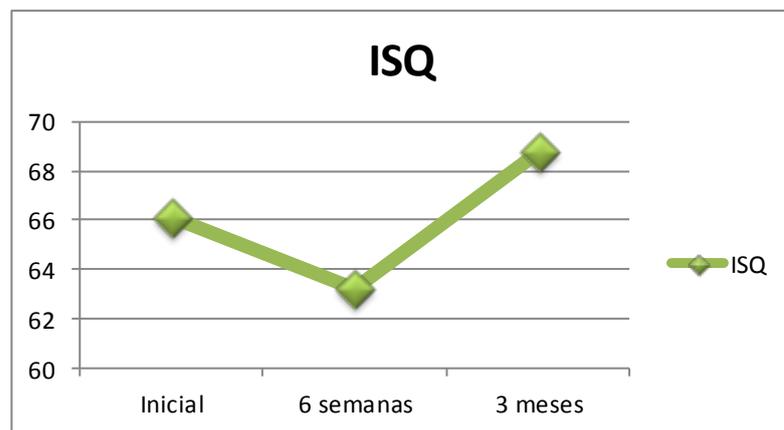
El estudio de las medidas de las variables nos da el siguiente resultado general en relación a las pérdidas de hueso, distancias hombro-cresta y valores de estabilidad del implante en el momento de la cirugía y en su seguimiento hasta el año:

	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	81	0,5404	0,67918	-0,55	4,79
Distal DHC Postqx	81	0,5483	0,46184	0,00	2,00
Mesial DHC 3M	81	0,2274	0,8042	0,09	0,41
Distal DHC 3M	81	0,2706	0,8121	0,12	0,50
Mesial DHC 6M	81	0,7128	0,24513	0,16	1,49
Distal DHC 6M	81	0,838	0,2917	0,2	2,3
Mesial DHC 1año	81	1,3736	0,38435	0,59	2,35
Distal DHC 1año	81	1,6046	0,46792	0,79	2,85
ISQ Postsutura	81	66,15	12,314	12	85
ISQ 6semanas	81	63,19	10,996	25	86
ISQ 3M	81	68,80	8,505	44	85

Tabla 2. Valores generales de DHC (Distancia hombro-cresta) así como de ISQ (Ostell) en los distintos momentos del estudio.



Gráfica 1. DHC medias distales y mesiales a lo largo del estudio.



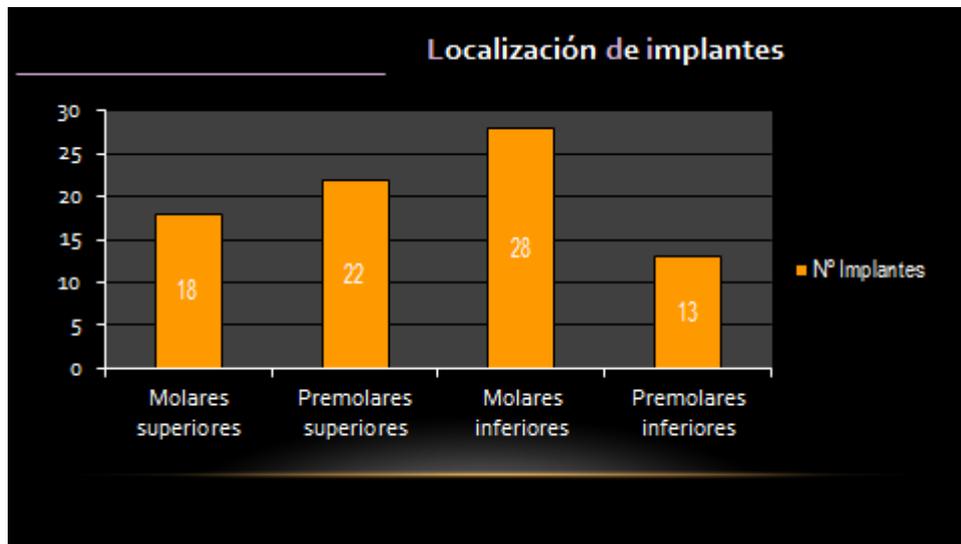
Gráfica 2. Evolución de los valores medios de ISQ desde el momento de la cirugía hasta la carga de los implantes.

Pasaremos a describir cada una de las variables que hemos analizado.

4.1. DISTRIBUCIÓN DE IMPLANTES SEGÚN SU LOCALIZACIÓN.

En cuanto a la distribución de los implantes, la localización más frecuente fue en la zona de molares inferiores, seguido de premolares superiores,

molares superiores y premolares inferiores. Esta distribución queda reflejada en la siguiente gráfica:



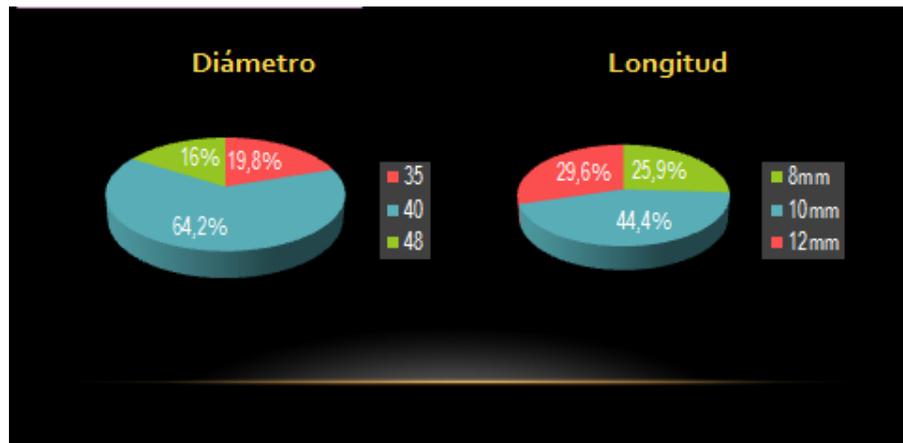
Gráfica 3. Localización implantes. El 34,5% de los implantes se colocaron en molares inferiores, siendo esta la localización más frecuente del estudio, seguido de premolares superiores 27%, molares superiores 22% y premolares inferiores 16%.

4.2. DISTRIBUCIÓN DE IMPLANTES SEGÚN SU DIÁMETRO, LONGITUD Y CUELLO.

La mayoría de los implantes colocados fueron de 4mm de diámetro y 10mm de longitud. Respecto a la altura del cuello pulido, el 54,3% (44) fueron de 1,5 mm, mientras que el 45,7% (33) fueron de 0,7 mm. Las características de los implantes empleados se muestran en la Tabla 2.

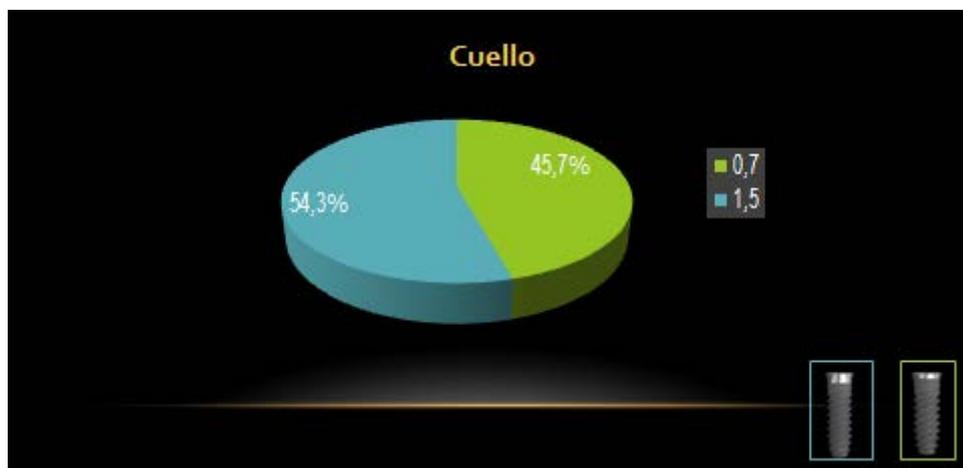
	Diámetro (mm)			Longitud (mm)			Cuello	
	3,5	4,0	4,8	8	10	12	0,7	1,5
Nº Implantes	16	52	13	21	36	24	37	44

Tabla 3. Características de los implantes utilizados (diámetro, longitud y tamaño del cuello pulido).



Gráfica 3. Diámetro y longitud de los implantes. El implante predominante ha sido el de 4,0mm con una longitud de 10mm.

Con respecto al tipo de cuello, recordaremos que el estudio se basaba en dos alturas diferentes, de 0.7 y 1.5mm distribuidos de la siguiente manera:



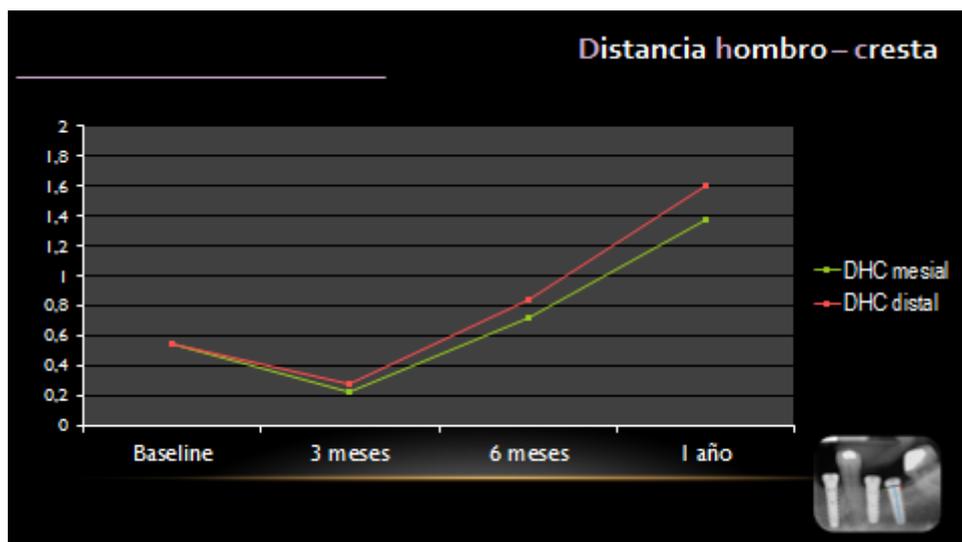
Gráfica 4. Altura del cuello del implante. Se utilizaron 37 implantes de cuello 0,7mm frente a 44 de cuello 1,5mm. Siendo éste el predominante.

4.3. PÉRDIDA ÓSEA

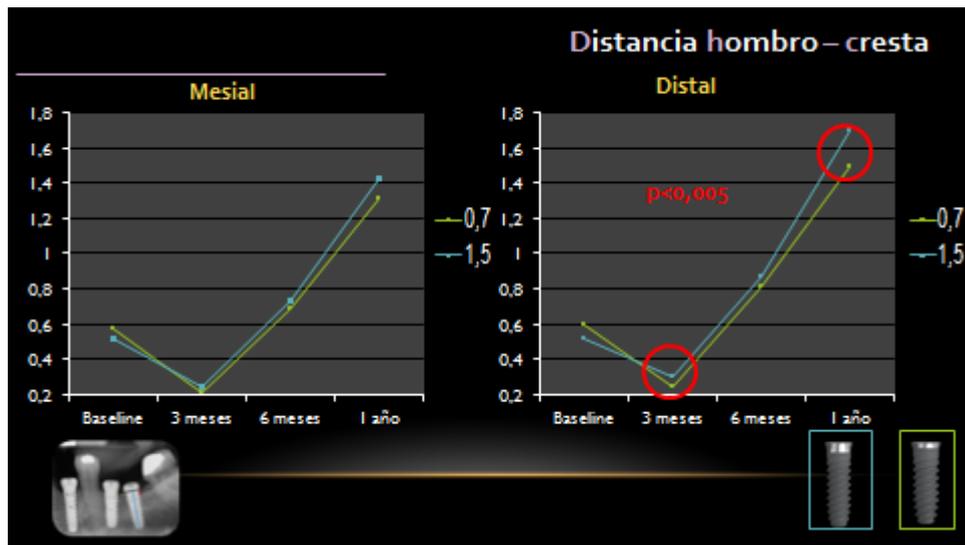
La distancia hombro-cresta (DHC) media del total de la muestra fue de 0,54 ± 0,53mm en baseline; 0,25 ± 0,71mm a los 3 meses; 0,76 ± 0,25mm a los 6 meses y 1,49 ± 0,40mm al año de la colocación de los implantes. La DHC en función del cuello del implante puede observarse en la Tabla 4; las diferencias sólo fueron estadísticamente significativas entre los implantes de cuello 0,7mm y 1,5mm para distal a los 3 meses y al año.

	Cuello 0,7			Cuello 1,5		
	DHC mesial	DHC distal	DHC media	DHC mesial	DHC distal	DHC media
Baseline	0,57±0,56mm	0,60±0,50mm	0,58±0,49mm	0,52±0,80mm	0,51±0,44mm	0,52±0,58mm
3 meses	0,21±0,08mm	0,24±0,08mm	0,23±0,68mm	0,24±0,08mm	0,29±0,07mm	0,27±0,68mm
6 meses	0,69±0,20mm	0,81±0,20mm	0,75±0,18mm	0,73±0,28mm	0,87±0,35mm	0,80±0,30mm
1 año	1,32±0,40mm	1,49±0,44mm	1,40±0,39mm	1,42±0,37mm	1,70±0,47mm	1,56±0,40mm

Tabla 4. Distancia hombro-cresta para los implantes de cuello 0,7 y 1,5mm; medidas en mesial, distal y la media de ambos.



Grafica 5. Distancia hombro-cresta. Evolución de la DHC media en baseline, a los 3 meses, 6 meses y 1 año.

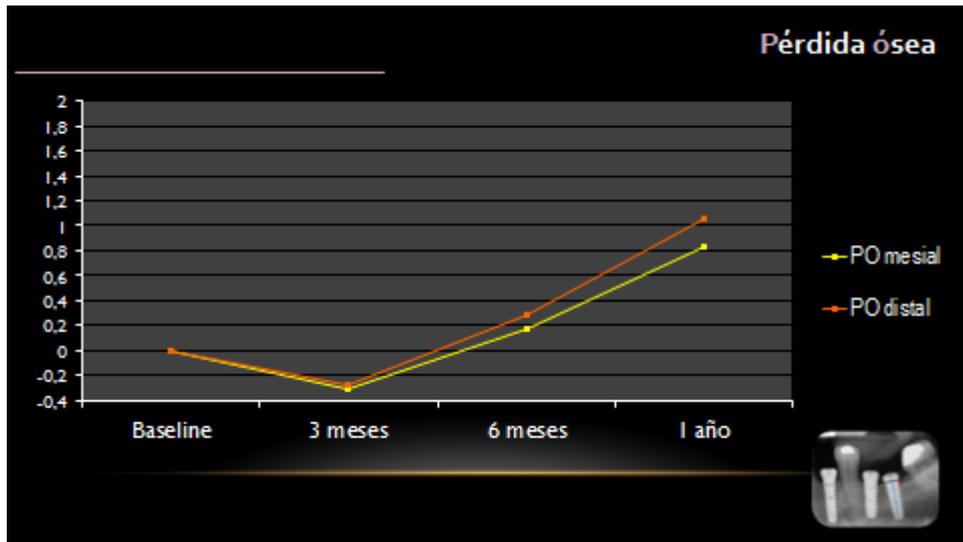


Grafica 6. Evolución de la DHC en función de las dos alturas de cuello del implante.

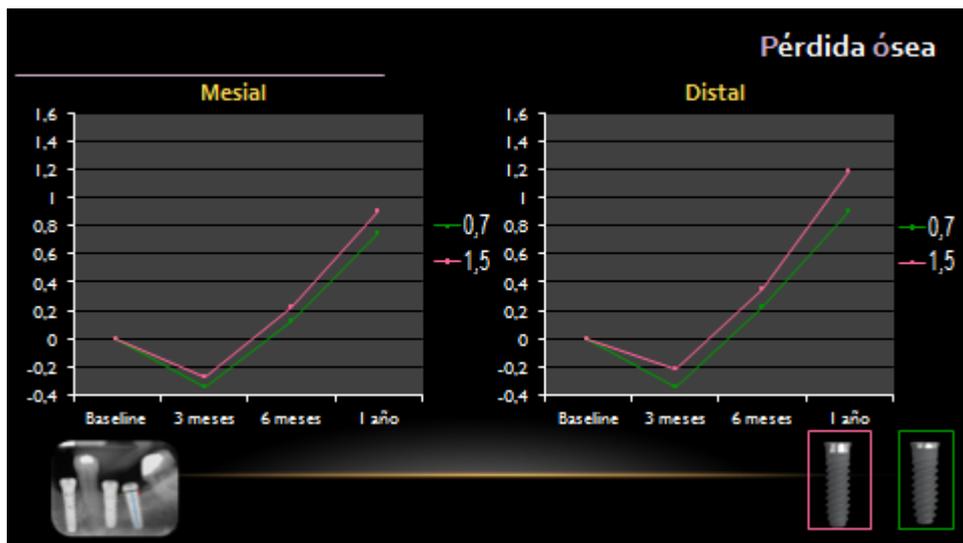
La pérdida ósea (PO) media del total de la muestra fue de $-0,30 \pm 0,55$ a los 3 meses; $0,23 \pm 0,64$ mm a los 6 meses y $0,9448 \pm 0,71$ mm al año de la colocación de los implantes. La pérdida ósea en función del tamaño del cuello del implante puede observarse en la Tabla 5; las diferencias sólo son estadísticamente significativas entre los implantes de cuello 0,7mm y 1,5mm.

	Cuello 0,7			Cuello 1,5		
	POmesial	PO distal	PO media	POmesial	PO distal	POmedia
3 meses	$-0,35 \pm 0,53$ mm	$-0,35 \pm 0,50$ mm	$-0,35 \pm 0,50$ mm	$-0,28 \pm 0,81$ mm	$-0,22 \pm 0,45$ mm	$-0,25 \pm 0,59$ mm
6 meses	$0,12 \pm 0,61$ mm	$0,22 \pm 0,54$ mm	$0,17 \pm 0,56$ mm	$0,22 \pm 0,90$ mm	$0,35 \pm 0,55$ mm	$0,28 \pm 0,70$ mm
1 año	$0,75 \pm 0,75$ mm	$0,90 \pm 0,66$ mm	$0,83 \pm 0,68$ mm	$0,90 \pm 0,89$ mm	$1,17 \pm 0,64$ mm	$1,05 \pm 0,73$ mm

Tabla 5. Pérdida ósea para los implantes de cuello 0,7 y 1,5mm en mesial, distal y media.



Grafica 7. Evolución de la PO (Pérdida ósea) desde el momento baseline hasta el año en relación a la localización.



Gráfica 8. Evolución de la PO media en relación al cuello del implante.

4.4. TABACO

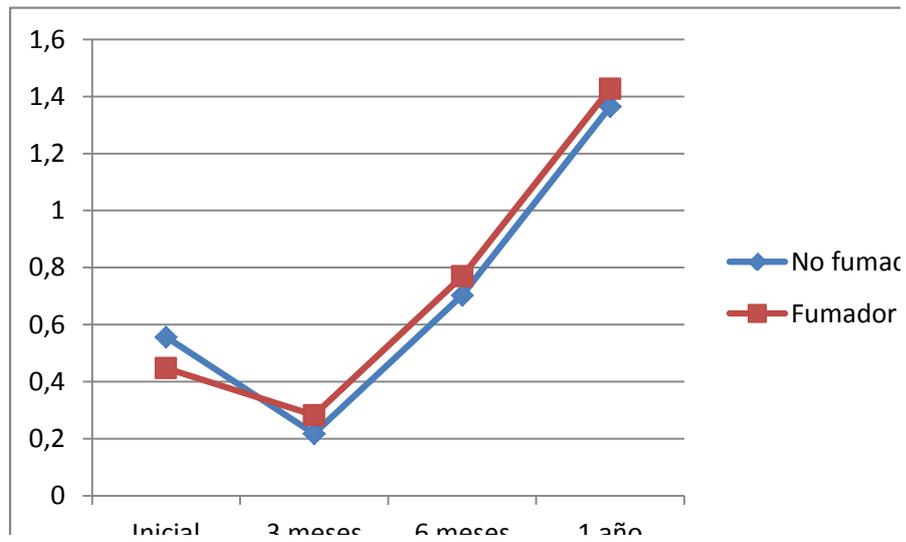
El 85,2%, es decir, 69 de los implantes, se colocaron en pacientes no fumadores, y el 14,8% es decir 12 implantes en pacientes fumadores.

Solo hay diferencias estadísticamente significativas entre fumadores y no fumadores para distal DHC 3 meses Mesial DHC 3 meses. Para el resto de variables no hay diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

	Tabaco	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	No fumador	69	0,5565	0,70326	-0,55	4,79
	Fumador	12	0,4475	0,53518	0,01	1,86
Distal DHC Postqx	No fumador	69	0,5659	0,45603	0,03	2,00
	Fumador	12	0,4467	0,50238	0,00	1,70
Mesial DHC 3M p=0,007	No fumador	69	0,2178	0,07902	0,09	0,41
	Fumador	12	0,2825	0,06744	0,17	0,36
Distal DHC 3M p=0,017	No fumador	69	0,2617	0,08196	0,12	0,50
	Fumador	12	0,3217	0,05573	0,20	0,39
Mesial DHC 6M	No fumador	69	0,7030	0,25965	0,16	1,49
	Fumador	12	0,7692	0,12717	0,49	0,96
Distal DHC 6M	No fumador	69	0,836	0,3075	0,2	2,3
	Fumador	12	0,847	0,1859	0,6	1,2
Mesial DHC 1año	No fumador	69	1,3642	0,39663	0,59	2,35
	Fumador	12	1,4275	0,31323	0,90	1,96
Distal DHC 1año	No fumador	69	1,5864	0,47230	0,79	2,85
	Fumador	12	1,7092	0,44655	0,92	2,34
	Fumador	12	69,25	6,890	60	79

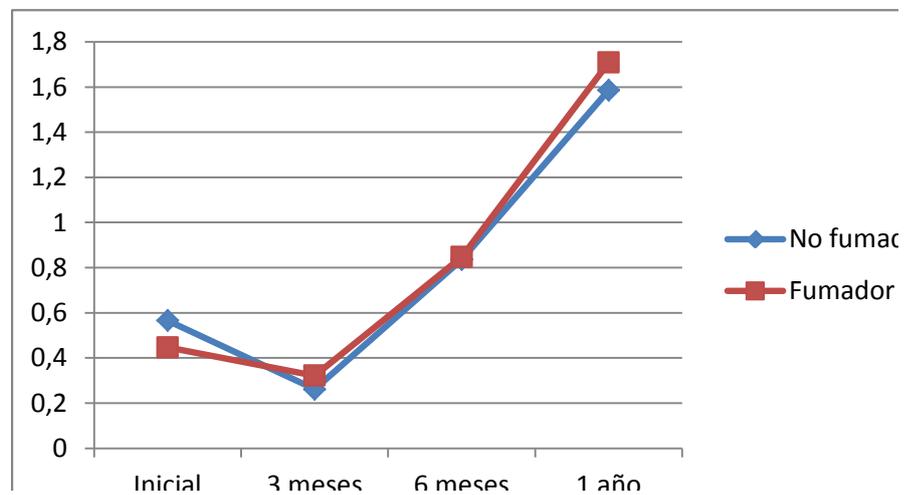
Tabla 6. Valores estadísticos de la DHC en relación a los implantes y el hábito tabáquico de los pacientes.

Mesial

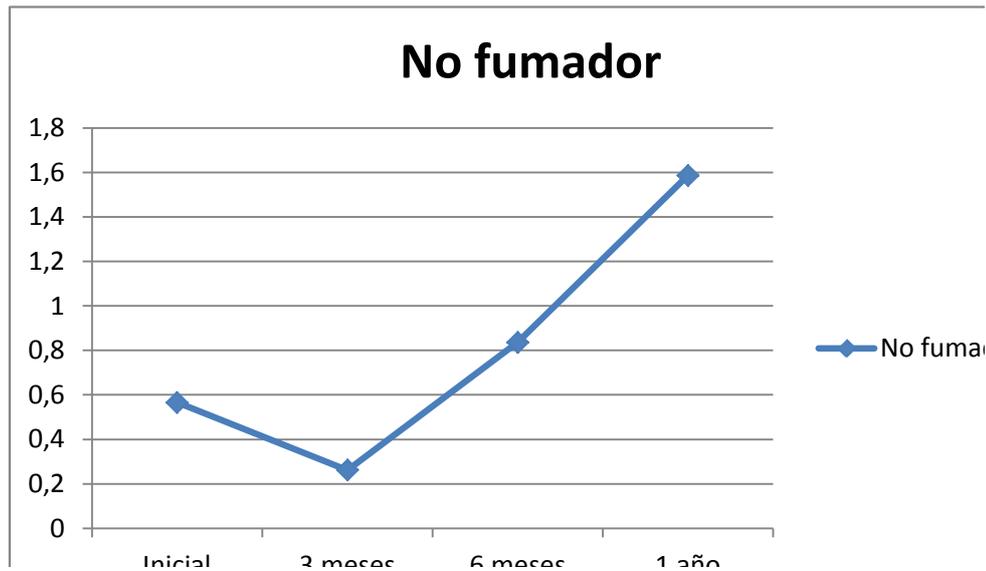


Gráfica 9. DHC media mesial evolutiva a un año comparando pacientes fumadores y no fumadores.

Distal



Gráfica 10. DHC media distal evolutiva a un año comparando pacientes fumadores y no fumadores.



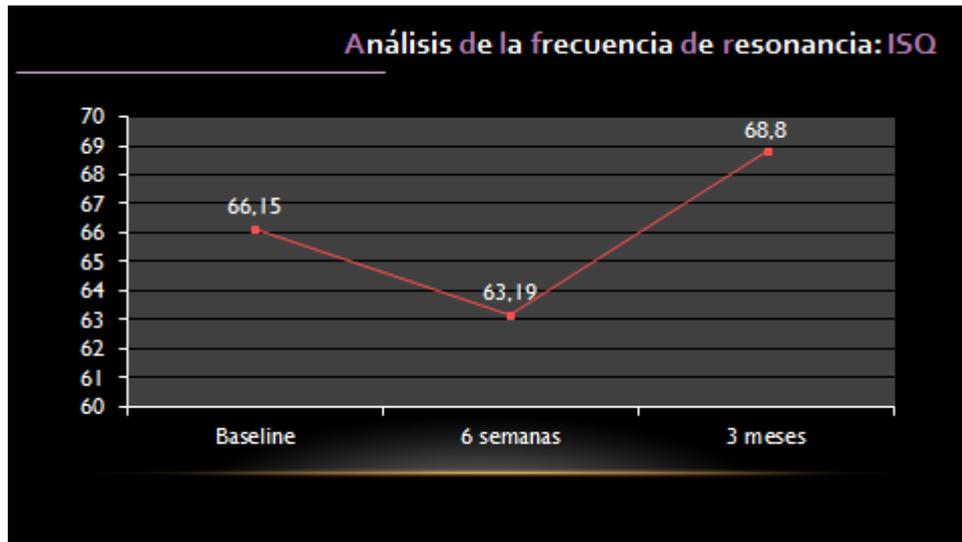
Gráfica 11. DHC media en pacientes no fumadores evolutiva a un año.

4.5. ESTABILIDAD DE LOS IMPLANTES

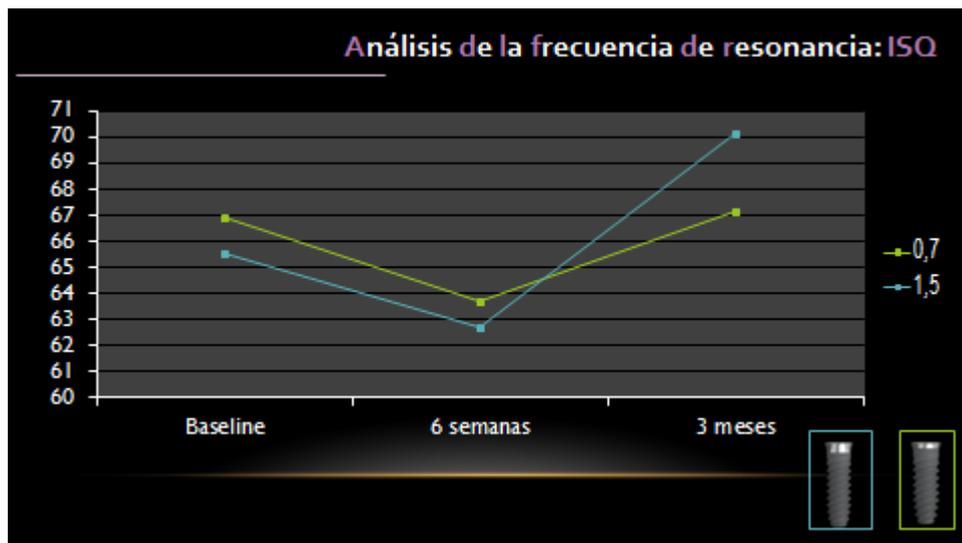
El análisis de la frecuencia de resonancia arroja los siguientes datos: el ISQ medio es $66,15 \pm 12,31$ en baseline; $63,19 \pm 11,00$ a las 8 semanas; y $68,80 \pm 8,50$ a los 3 meses. El ISQ de los implantes de cuello 0,7 mm es $66,89 \pm 10,40$ en baseline; $63,73 \pm 10,05$ a las 8 semanas y $67,19 \pm 8,30$ a los 3 meses. El ISQ de los implantes de cuello 1,5 mm es $65,52 \pm 13,81$ en baseline; $62,73 \pm 11,82$ a las 8 semanas y $70,16 \pm 8,53$ a los 3 meses. Las diferencias entre los implantes de cuello no son estadísticamente significativas para ninguno de los momentos estudiados. Tabla 7.

	ISQ medio	ISQ cuello 0,7	ISQ cuello 1,5
Postcirugía	$66,15 \pm 12,31$	$66,89 \pm 10,40$	$65,52 \pm 13,81$
8 semanas	$63,19 \pm 11,00$	$63,73 \pm 10,05$	$62,73 \pm 11,82$
3 meses	$68,80 \pm 8,50$	$67,19 \pm 8,30$	$70,16 \pm 8,53$

Tabla 7. Estabilidad mediante valores ISQ medios y para implantes de cuellos 0,7 y 1,5mm.



Gráfica 12. ISQ medio desde baseline hasta la carga de los implantes.



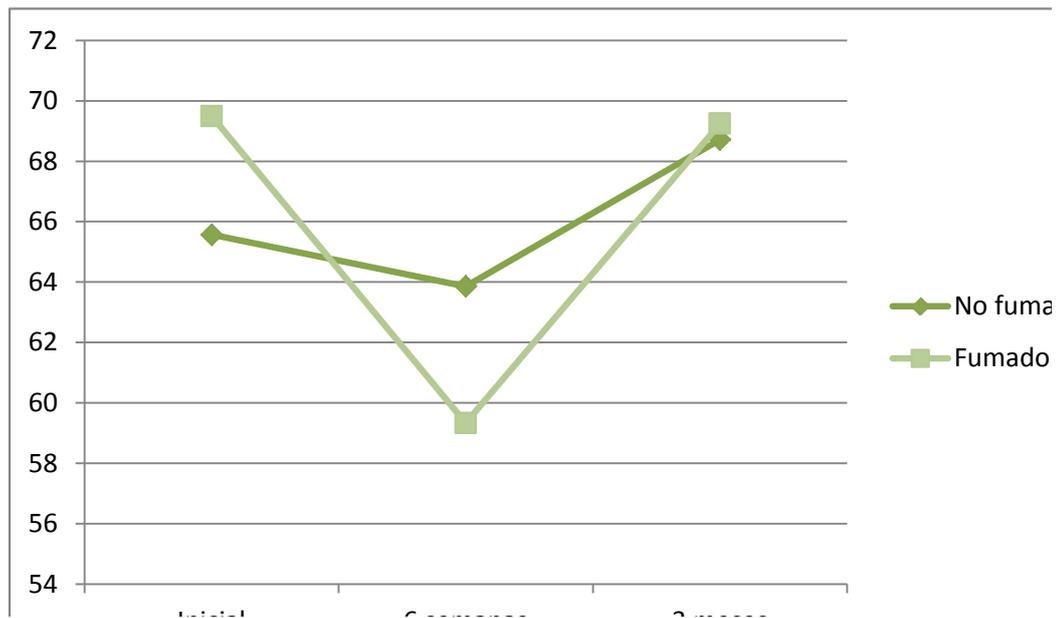
Gráfica 13. Comparativa de los valores ISQ en relación a la altura del cuello del implante.

Con respecto a la estabilidad de los implantes en pacientes fumadores no se aprecian variables estadísticamente significativas entre grupos:

ISQ Postsutura	No fumador	69	65,57	12,887	12	85
	Fumador	12	69,50	7,857	52	81
ISQ 6semanas	No fumador	69	63,86	11,265	25	86
	Fumador	12	59,33	8,711	44	72
ISQ 3M	No fumador	69	68,72	8,797	44	85
	Fumador	12	69,25	6,890	60	79

Tabla 8. Comparativa de valores ISQ desde baseline hasta la carga entre pacientes fumadores y no fumadores.

Evolución ISQ



Gráfica 14. Comparativa de los valores ISQ desde baseline hasta la carga de los implantes entre pacientes con y sin hábito tabáquico.

4.6. POSICION DEL IMPLANTE

Uno de los puntos que nos interesaba en relación a descubrir las distintas pérdidas óseas que se podían producir en el cuello de nuestros implantes era si esta pérdida podía ser significativa en relación a la posición que el implante ocupaba en cada una de las cirugías del estudio a tratar. Es decir, que fuera maxilar o mandíbula, que fuera premolar o molar y a su vez, que hubiera alguna relación entre los valores de pérdidas de hueso de las distintas piezas dentarias.

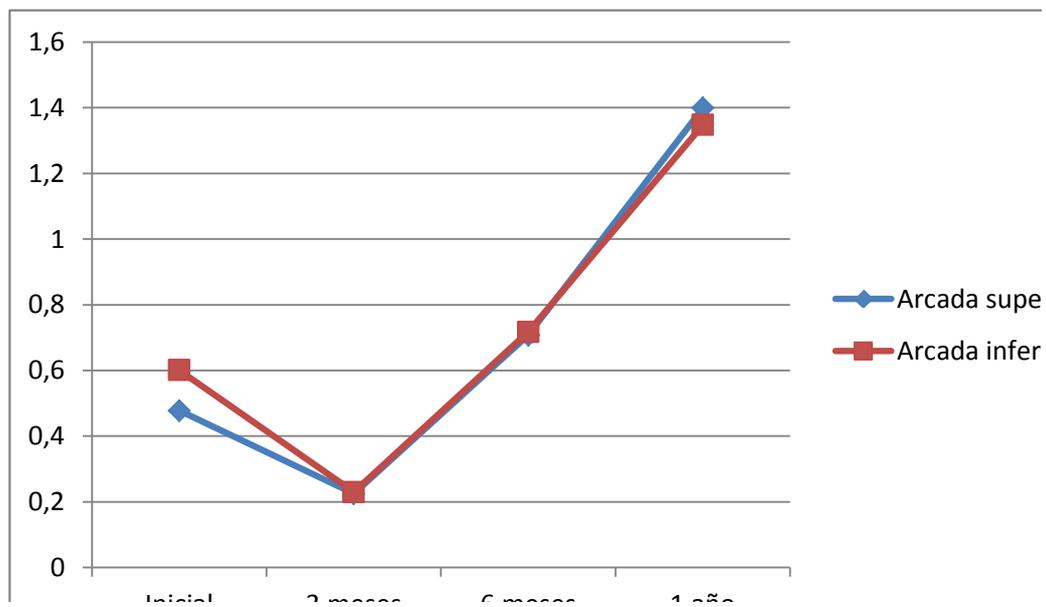
Pasamos a explicar los resultados obtenidos. No se encuentra diferencias estadísticamente significativas para ningunas de las variables de los grupos, en relación a si los implantes han sido colocados en arcada superior o en arcada inferior.

	Sup/Inf	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	Superior	40	0,4780	0,54098	-0,55	1,86
	Inferior	41	0,6012	0,79345	-0,29	4,79
Distal DHC Postqx	Superior	40	0,5110	0,47621	0,00	1,70
	Inferior	41	0,5846	0,45026	0,05	2,00
Mesial DHC 3M	Superior	40	0,2248	0,08330	0,10	0,41
	Inferior	41	0,2300	0,07845	0,09	0,38
Distal DHC 3M	Superior	40	0,2737	0,09273	0,12	0,50
	Inferior	41	0,2676	0,06920	0,15	0,38
Mesial DHC 6M	Superior	40	0,7080	0,21295	0,16	1,03
	Inferior	41	0,7176	0,27552	0,20	1,49
Distal DHC 6M	Superior	40	0,835	0,2692	0,2	1,6
	Inferior	41	0,841	0,3155	0,3	2,3
Mesial DHC 1año	Superior	40	1,3997	0,38414	0,62	2,15
	Inferior	41	1,3480	0,38758	0,59	2,35
Distal DHC	Superior	40	1,6815	0,48595	0,85	2,63

1año	Inferior	41	1,5295	0,44267	0,79	2,85
ISQ Postsutura	Superior	40	65,18	9,912	37	81
	Inferior	41	67,10	14,338	12	85
ISQ 6semanas	Superior	40	61,95	10,417	37	86
	Inferior	41	64,39	11,532	25	79
ISQ 3M	Superior	40	67,28	8,759	44	82
	Inferior	41	70,29	8,079	51	85

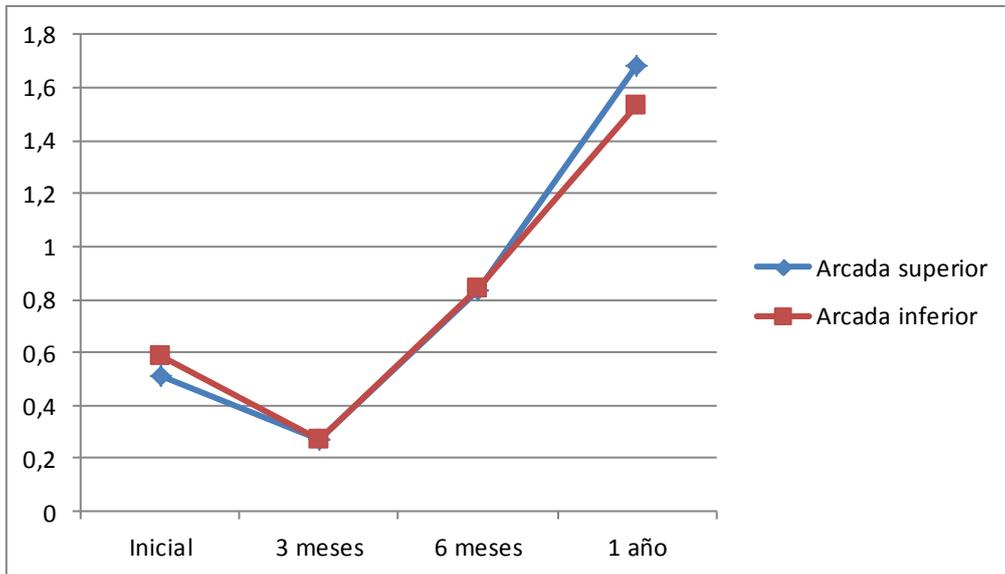
Tabla 9. Relación de la DHC y de los valores ISQ en comparación a si los implantes han sido maxilares o mandibulares.

Evolución DHC mesial:



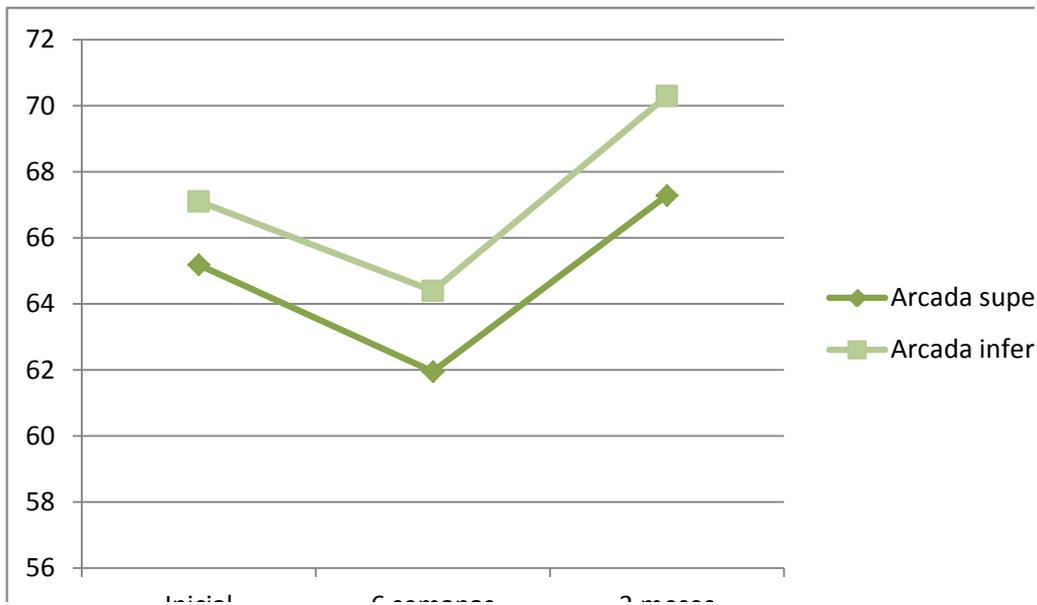
Gráfica 15. Comparativa mandibular-maxilar en relación a la DHC mesial.

Evolución DHC distal:



Gráfica 16. Comparativa mandibular-maxilar en relación a la DHC distal.

Evolución ISQ:



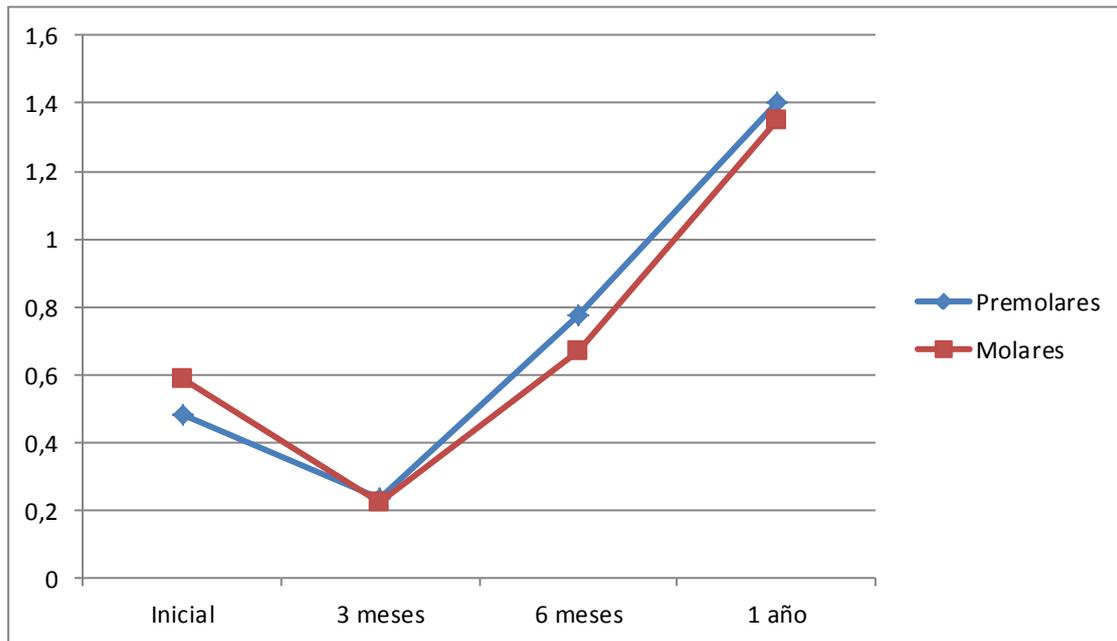
Gráfica 17. Evolución desde baseline hasta la carga de los implantes en relación a la arcada de los implantes.

Ahora analizamos los implantes en función de si se han colocado en zona molar o premolar:

	Pm/M	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	Premolares	35	0,4806	0,52798	-0,29	1,86
	Molares	46	0,5859	0,77753	-0,55	4,79
Distal DHC Postqx	Premolares	35	0,5629	0,48713	0,03	1,70
	Molares	46	0,5372	0,44677	0,00	2,00
Mesial DHC 3M	Premolares	35	0,2343	0,07953	0,09	0,38
	Molares	46	0,2222	0,08157	0,10	0,41
Distal DHC 3M	Premolares	35	0,2760	0,08582	0,12	0,39
	Molares	46	0,2665	0,07824	0,13	0,50
Mesial DHC 6M	Premolares	35	0,7720	0,18664	0,49	1,40
	Molares	46	0,6678	0,27516	0,16	1,49
Distal DHC 6M	Premolares	35	0,901	0,3066	0,5	2,3
	Molares	46	0,790	0,2736	0,2	1,6
Mesial DHC 1año	Premolares	35	1,4051	0,39665	0,89	2,35
	Molares	46	1,3496	0,37734	0,59	2,15
Distal DHC 1año	Premolares	35	1,6503	0,51928	0,92	2,85
	Molares	46	1,5698	0,42737	0,79	2,63
ISQ Postsutura	Premolares	35	68,20	8,911	44	81
	Molares	46	64,59	14,276	12	85
ISQ 6semanas	Premolares	35	65,29	8,347	43	76
	Molares	46	61,59	12,500	25	86
ISQ 3M	Premolares	35	69,94	7,444	44	85
	Molares	46	67,93	9,217	49	84

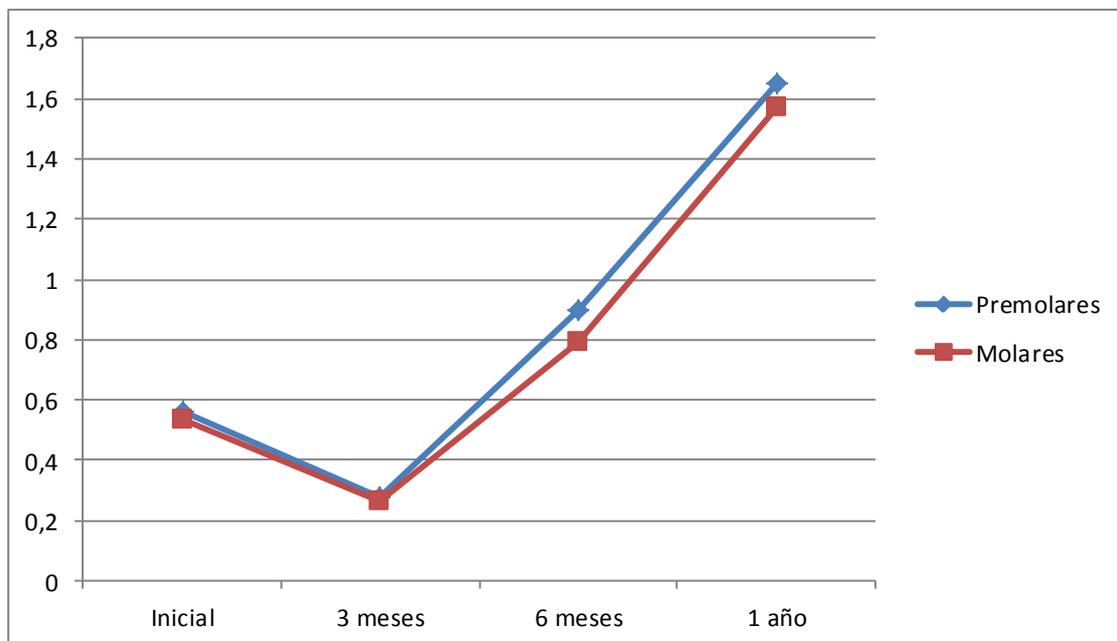
Tabla 10. Relación de la DHC y de los valores ISQ en comparación a si los implantes han sido en premolares o molares.

Evolución DHC mesial:



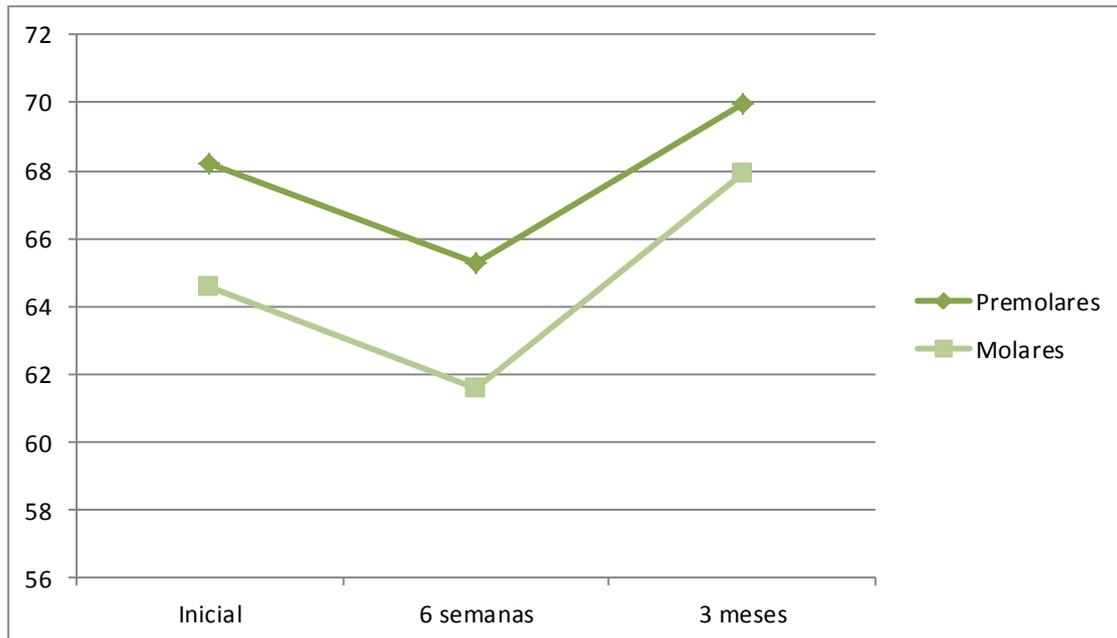
Gráfica 18. Evolución DHC mesial desde baseline hasta el año siendo premolares o molares.

Evolución DHC distal:



Grafica 19. Evolución DHC distal desde baseline hasta el año siendo premolares o molares.

Evolución ISQ:



Grafica 20. Evolución del ISQ desde baseline hasta la carga siendo premolares o molares.

Por último, estudiamos las localizaciones según PM sup, PM inf, M sup y M inf:

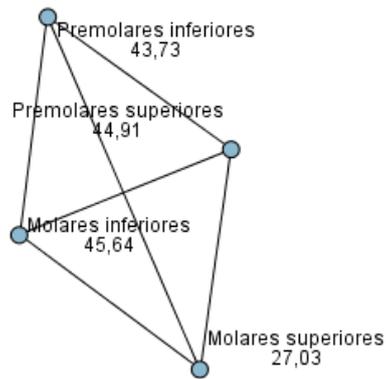
	Pm/M/sup/inf	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	Pm superiores	22	,5809	0,57518	0,00	1,86
	Pm Inferiores	13	,3108	0,40149	-0,29	1,03
	M superiores	18	,3522	0,48194	-0,55	1,46
	M inferiores	28	,7361	0,89530	0,01	4,79
Distal DHC Postqx	Pm superiores	22	0,5973	0,53865	0,03	1,70
	Pm Inferiores	13	0,5046	0,39843	0,05	1,53
	M superiores	18	0,4056	0,37475	0,00	1,42
	M inferiores	28	0,6218	0,47463	0,09	2,00
Mesial DHC 3M	Pm superiores	22	0,2336	0,07669	0,10	0,35

	Pm Inferiores	13	0,2354	0,08733	0,09	0,38
	M superiores	18	0,2139	0,09179	0,10	0,41
	M inferiores	28	0,2275	0,07555	0,13	0,36
Distal DHC 3M	Pm superiores	22	0,2750	0,09777	0,12	0,39
	Pm Inferiores	13	0,2777	0,06431	0,16	0,37
	M superiores	18	0,2722	0,08895	0,13	0,50
	M inferiores	28	0,2629	0,07200	0,15	0,38
Mesial DHC 6M	Pm superiores	22	0,7455	0,14477	0,54	1,02
	Pm Inferiores	13	0,8169	0,24195	0,49	1,40
	M superiores	18	0,6622	0,27224	0,16	1,03
	M inferiores	28	0,6714	0,28193	0,20	1,49
Distal DHC 6M	Pm superiores	22	0,874	0,2063	0,5	1,2
	Pm Inferiores	13	0,947	0,4338	0,6	2,3
	M superiores	18	0,787	0,3305	0,2	1,6
	M inferiores	28	0,792	0,2366	0,3	1,3
Mesial DHC 1año	Pm superiores	22	1,3918	0,36682	0,89	2,00
	Pm Inferiores	13	1,4277	0,45762	0,90	2,35
	M superiores	18	1,4094	0,41489	0,62	2,15
	M inferiores	28	1,3111	0,35355	0,59	1,86
Distal DHC 1año	Pm superiores	22	1,6786	0,50906	0,92	2,40
	Pm Inferiores	13	1,6023	0,55367	1,02	2,85
	M superiores	18	1,6850	0,47076	0,85	2,63
	M inferiores	28	1,4957	0,38772	0,79	2,09
ISQ Postsutura p=0,041	Pm superiores	22	67,91	9,928	44	81
	Pm Inferiores	13	68,69	7,216	50	76
	M superiores	18	61,83	9,064	37	74
	M inferiores	28	66,36	16,723	12	85
ISQ 6semanas	Pm superiores	22	64,18	7,932	43	74
	Pm	13	67,15	9,017	45	76

	Inferiores					
	M superiores	18	59,22	12,526	37	86
	M inferiores	28	63,11	12,470	25	79
ISQ 3M	Pm superiores	22	68,91	7,940	44	80
	Pm Inferiores	13	71,69	6,434	60	85
	M superiores	18	65,28	9,510	49	82
	M inferiores	28	69,64	8,770	51	84

Tabla 11. Relación de la DHC y de los valores ISQ en comparación a si los implantes han sido maxilares o mandibulares y premolares o molares.

En este caso, la única diferencia significativa entre los 4 grupos es la que hace referencia a la post-sutura en relación al valor ISQ. Utilizamos el test de comparaciones múltiples por parejas para saber entre que grupos están las diferencias viendo que aparecen entre los molares superiores y los inferiores.



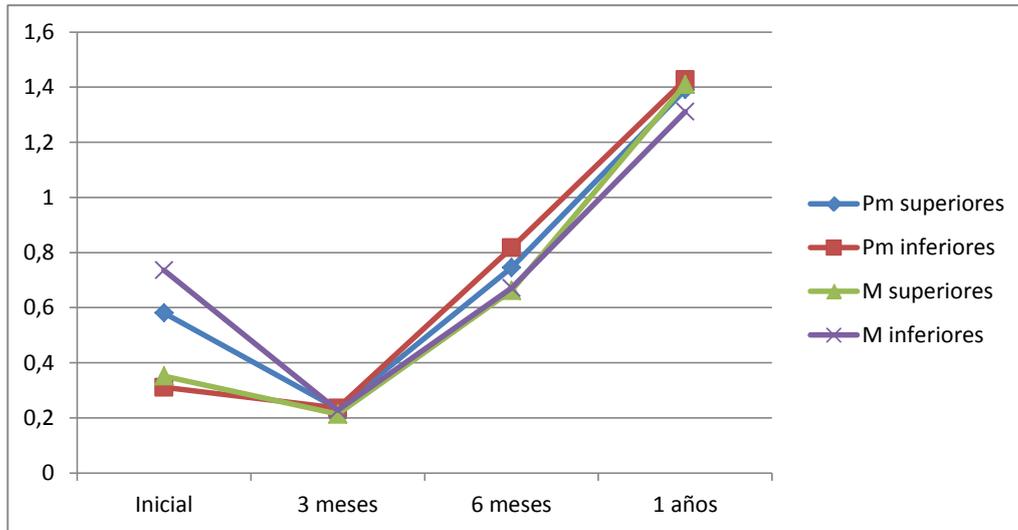
Cada nodo muestra el rango muestral de promedio Premolares_molares_arcadas.

Muestra 1-Muestra 2	Prueba Estadístico	Estándar. Error	Desv. Prueba Estadístico	Sig.	Sig. ajust.
Molares superiores-Premolares inferiores	16,703	8,549	1,954	,051	,304
Molares superiores-Premolares superiores	17,881	7,465	2,395	,017	,100
Molares superiores-Molares inferiores	-18,615	7,096	-2,623	,009	,052
Premolares inferiores-Premolares superiores	1,178	8,217	,143	,886	1,000
Premolares inferiores-Molares inferiores	-1,912	7,883	-,243	,808	1,000
Premolares superiores-Molares inferiores	-,734	6,692	-,110	,913	1,000

Cada fila comprueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y 2 es igual. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

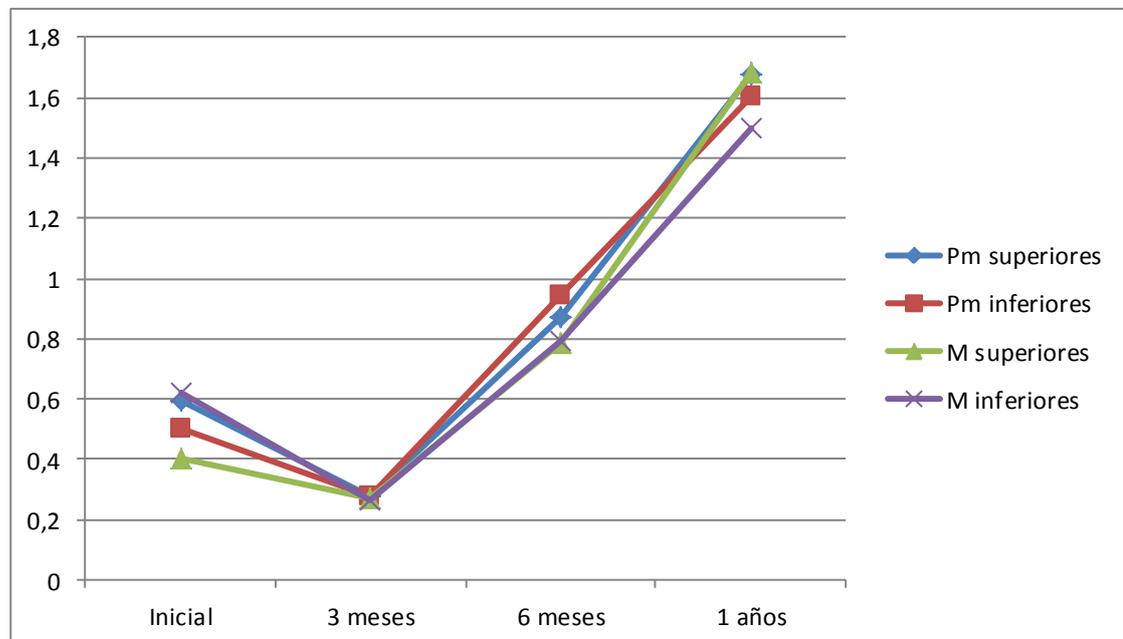
Tabla 12.

Evolución DHC mesial:



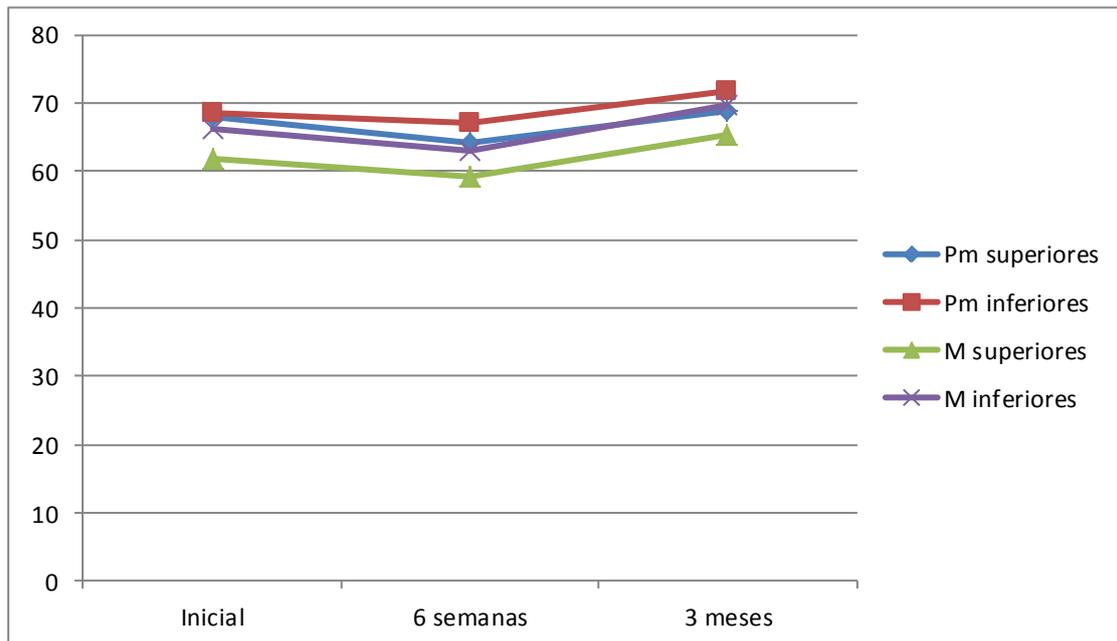
Gráfica 21. Evolución DHC desde baseline hasta el año mesial y su comparativa PM superior-inferior, M superior-inferior.

Evolución DHC distal:



Gráfica 22. Evolución DHC desde baseline hasta el año distal y su comparativa PM superior-inferior, M superior-inferior.

Evolución ISQ:



Grafica 23.. Evolución ISQ desde baseline hasta la carga y su comparativa PM superior-inferior, M superior-inferior.

4.7. TIPO DE IMPLANTE

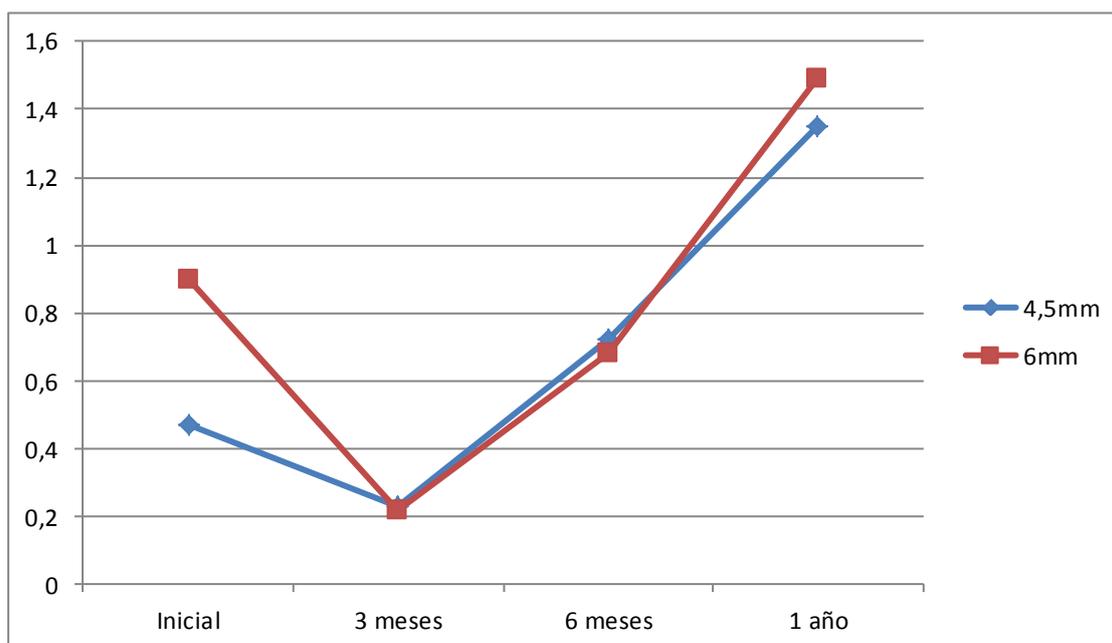
El 84% de los implantes (68) son de 4,5mm, y el 16% (13) son de plataforma de 6mm. En las distintas variables estudiadas, es decir, valor ISQ y pérdidas de hueso, no se aprecian diferencias para ninguna de las variables.

	Plataforma	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	4,5	68	0,4718	0,47441	-0,55	1,86
	6	13	0,8992	1,28548	0,00	4,79
Distal DHC Postqx	4,5	68	0,5322	0,42421	0,00	1,70
	6	13	0,6323	0,63880	0,09	2,00
Mesial DHC 3M	4,5	68	0,2288	0,08001	0,09	0,41
	6	13	0,2200	0,08544	0,10	0,38
Distal DHC	4,5	68	0,2737	0,08255	0,12	0,50

3M	6	13	0,2546	0,07479	0,13	0,38
Mesial DHC 6M	4,5	68	0,7191	0,24000	0,16	1,49
	6	13	0,6800	0,27854	0,20	1,03
Distal DHC 6M	4,5	68	0,855	0,2940	0,2	2,3
	6	13	0,748	0,2727	0,3	1,1
Mesial DHC 1año	4,5	68	1,3516	0,38389	0,59	2,35
	6	13	1,4885	0,38076	1,00	2,15
Distal DHC 1año	4,5	68	1,6012	0,47942	0,79	2,85
	6	13	1,6223	0,41947	0,90	2,40
ISQ Postsutura	4,5	68	67,26	11,190	12	85
	6	13	60,31	16,362	14	80
ISQ 6semanas	4,5	68	64,00	9,874	39	86
	6	13	58,92	15,435	25	77
ISQ 3M	4,5	68	69,13	7,942	44	85
	6	13	67,08	11,236	51	83

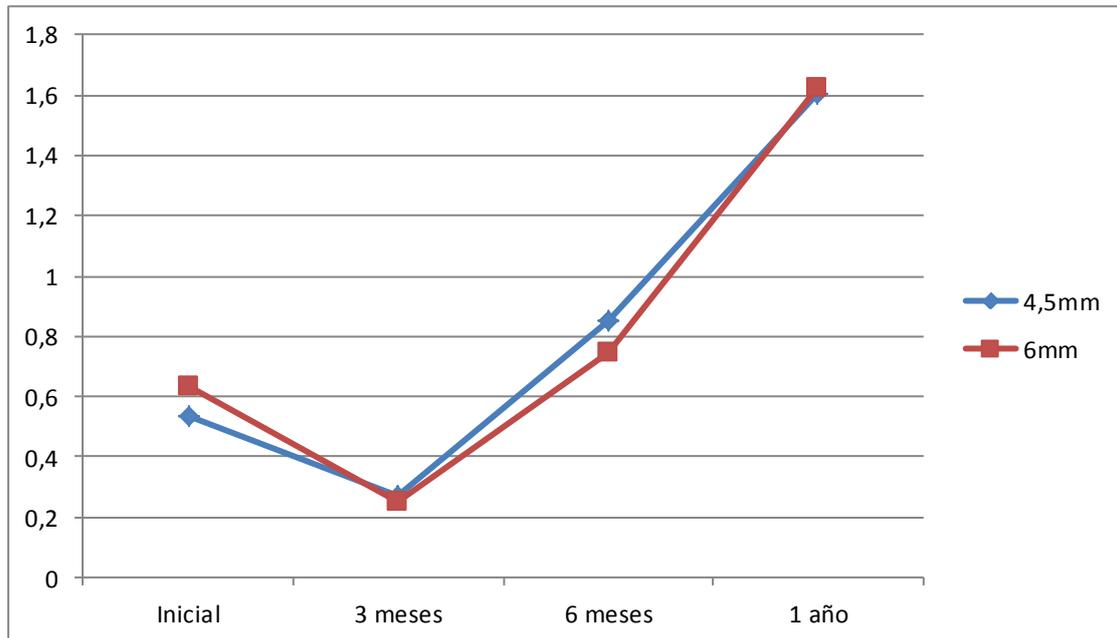
Tabla 13. Valores de DHC e ISQ en relación a la plataforma (4,5-6mm) de los implantes.

Evolución DHC mesial:



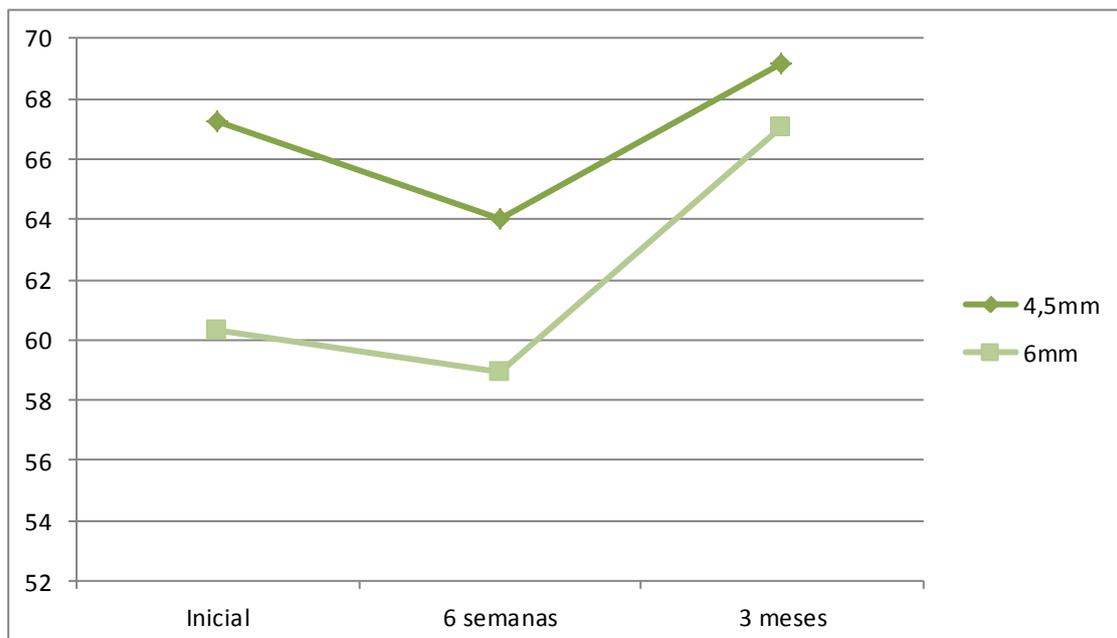
Gráfica 24. Evolución DHC mesial en relación a la plataforma del implante.

Evolución DHC distal:



Gráfica 25. Evolución DHC distal en relación a la plataforma del implante.

Evolución ISQ:



Gráfica 26. Evolución ISQ en relación a la plataforma del implante.

4.8. LONGITUD DEL IMPLANTE

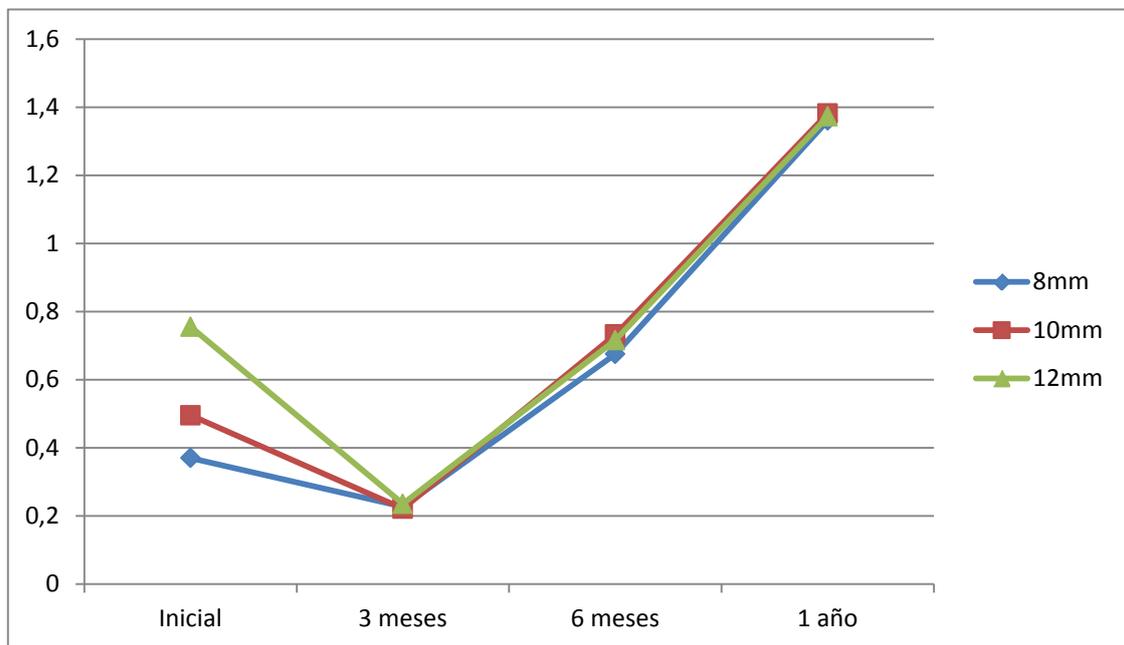
El 25,9% (21) de los implantes son de 8mm, el 44,4%(36) de 10mm y el 29,6% (24) de 12mm. No aparecen diferencias estadísticamente significativas entre las longitudes utilizadas.

	Long implante	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	8	21	0,3705	0,50021	-0,55	1,41
	10	36	0,4958	0,41800	0,00	1,46
	12	24	0,7558	1,02134	0,00	4,79
Distal DHC Postqx	8	21	0,4290	0,37392	0,07	1,53
	10	36	0,5358	0,40637	0,03	1,62
	12	24	0,6713	0,58310	0,00	2,00
Mesial DHC 3M	8	21	0,2276	0,07905	0,10	0,36
	10	36	0,2217	0,08785	0,10	0,41
	12	24	0,2358	0,07205	0,09	0,35
Distal DHC 3M	8	21	0,2676	0,08080	0,14	0,38
	10	36	0,2653	0,07677	0,13	0,50
	12	24	0,2813	0,09014	0,12	0,39
Mesial DHC 6M	8	21	0,6752	0,28282	0,16	1,40
	10	36	0,7325	0,26154	0,20	1,49
	12	24	0,7162	0,18289	0,34	1,02
Distal DHC 6M	8	21	0,812	0,4244	0,2	2,3
	10	36	0,848	0,2396	0,3	1,6
	12	24	0,845	0,2263	0,3	1,2
Mesial DHC 1año	8	21	1,3610	0,31744	0,62	1,86
	10	36	1,3817	0,43545	0,59	2,35
	12	24	1,3725	0,37068	0,83	2,00
Distal DHC 1año	8	21	1,6048	0,49101	0,79	2,85
	10	36	1,5750	0,45614	0,85	2,63
	12	24	1,6488	0,48157	0,90	2,40
ISQ Postsutura	8	21	63,48	15,079	14	85
	10	36	64,58	12,751	12	80

	12	24	70,83	7,001	52	81
ISQ 6semanas	8	21	58,76	12,070	25	75
	10	36	64,47	11,285	37	86
	12	24	65,13	8,699	43	77
ISQ 3M	8	21	67,38	8,059	51	84
	10	36	68,58	8,993	49	85
	12	24	70,38	8,219	44	83

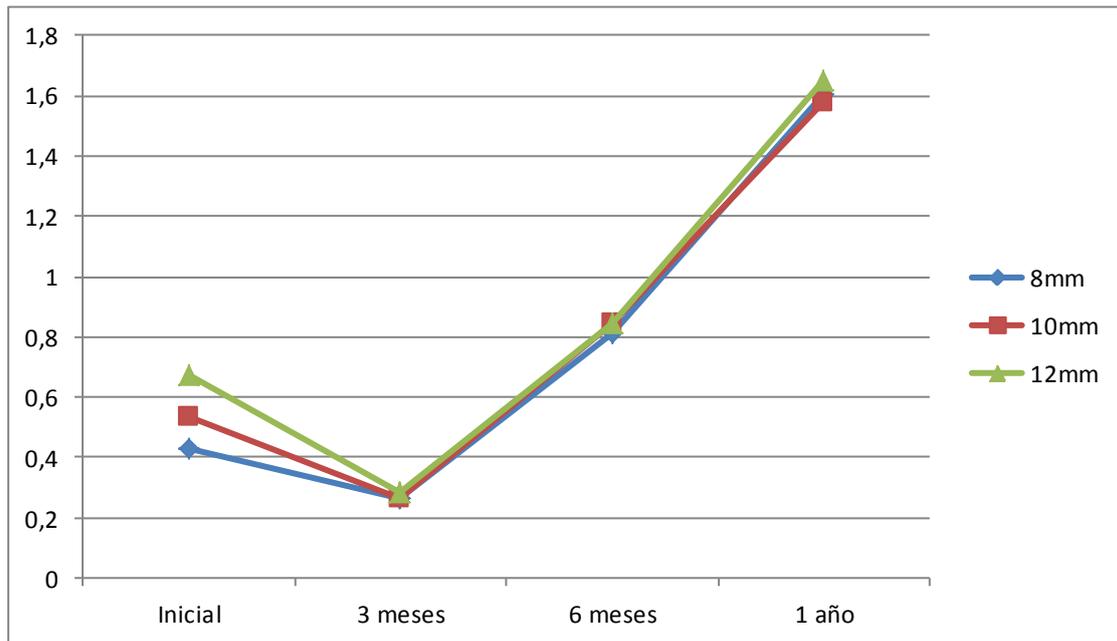
Tabla 14. Valores DHC e ISQ en relación a la longitud (8-10-12mm) de los implante.

Evolución DHC mesial:



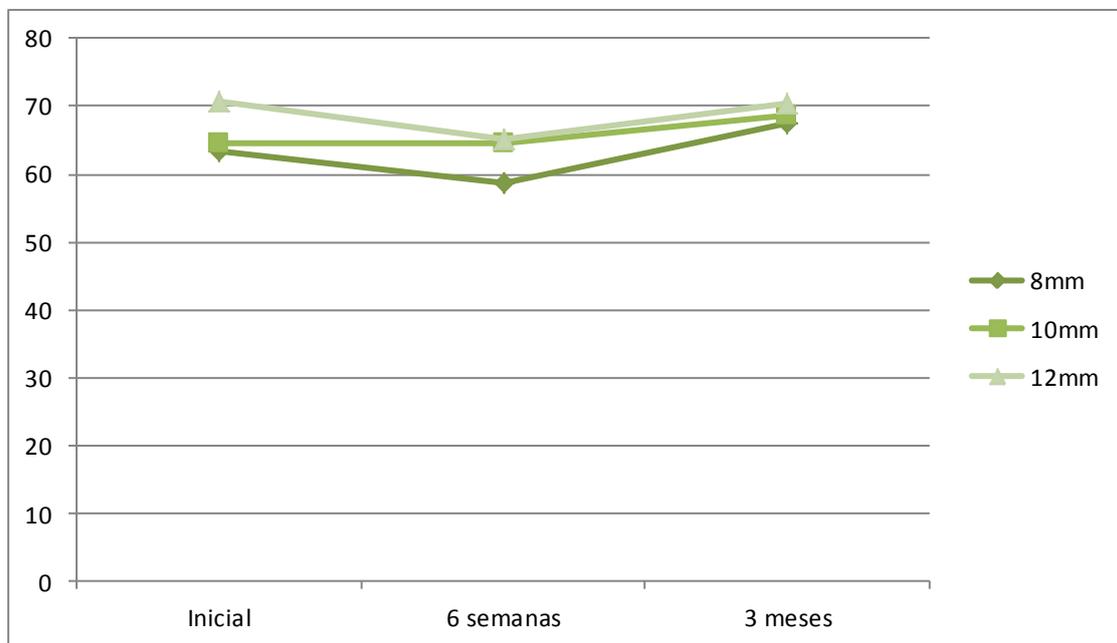
Grafica 27. Evolución DHC mesial en relación a la longitud del implante.

Evolución DHC distal:



Gráfica 28. Evolución DHC distal en relación a la longitud del implante.

Evolución ISQ:



Gráfica 29. Evolución ISQ en relación a la longitud del implante.

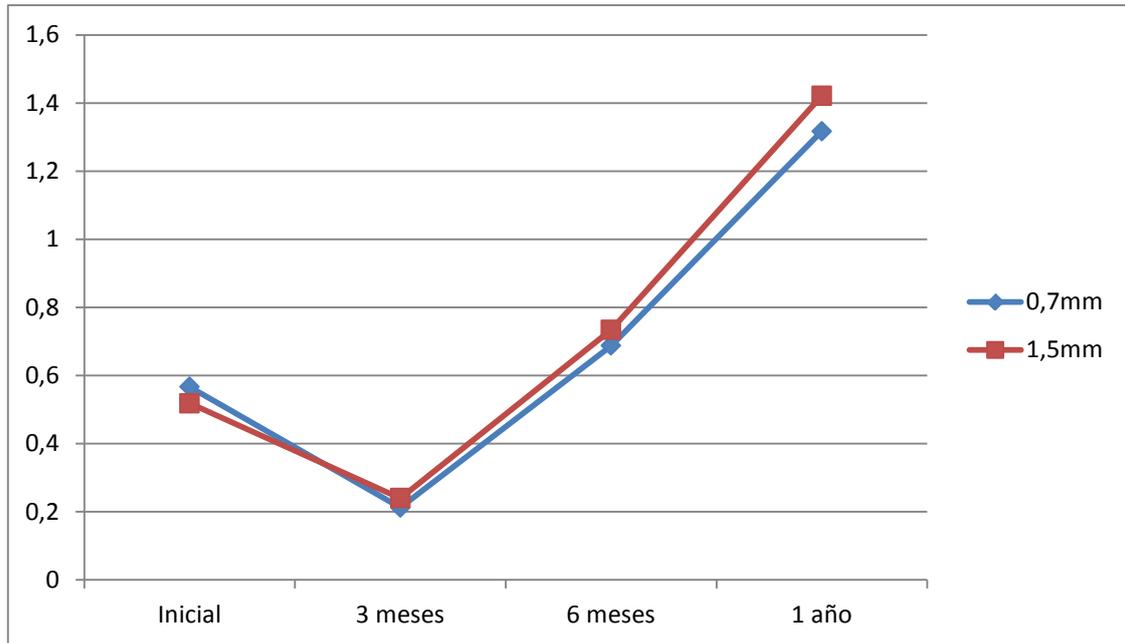
4.9. CUELLO DEL IMPLANTE

El 45,7% (37) de los implantes son de cuello 0,7mm y el 54,3% (44) de los implantes son de cuello 1,5mm. Se encuentran mínimas diferencias estadísticamente significativas para distal de DHC 3 meses ($p<0,004$) y para Distal DHC 1 año ($p<0,046$).

	Cuello implante	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	0,7	37	0,5668	,51552	0,00	1,86
	1,5	44	0,5182	,79663	-0,55	4,79
Distal DHC Postqx	0,7	37	0,5903	,49426	0,00	1,70
	1,5	44	0,5130	,43532	0,03	2,00
Mesial DHC 3M	0,7	37	0,2124	,07654	0,10	0,38
	1,5	44	0,2400	,08229	0,09	0,41
Distal DHC 3M $p=0,004$	0,7	37	0,2430	,08069	0,12	0,39
	1,5	44	0,2939	,07490	0,14	0,50
Mesial DHC 6M	0,7	37	0,6876	,20250	0,22	1,07
	1,5	44	0,7341	,27649	0,16	1,49
Distal DHC 6M	0,7	37	0,806	,1998	0,4	1,3
	1,5	44	0,865	,3512	0,2	2,3
Mesial DHC 1año	0,7	37	1,3168	,39338	0,83	2,35
	1,5	44	1,4214	,37438	0,59	1,98
Distal DHC 1año $p=0,046$	0,7	37	1,4916	,44181	0,79	2,40
	1,5	44	1,6995	,47299	0,85	2,85
ISQ Postsutura	0,7	37	66,89	10,394	37	85
	1,5	44	65,52	13,812	12	81
ISQ 6semanas	0,7	37	63,73	10,054	37	79
	1,5	44	62,73	11,825	25	86
ISQ 3M	0,7	37	67,19	8,303	44	83
	1,5	44	70,16	8,529	49	85

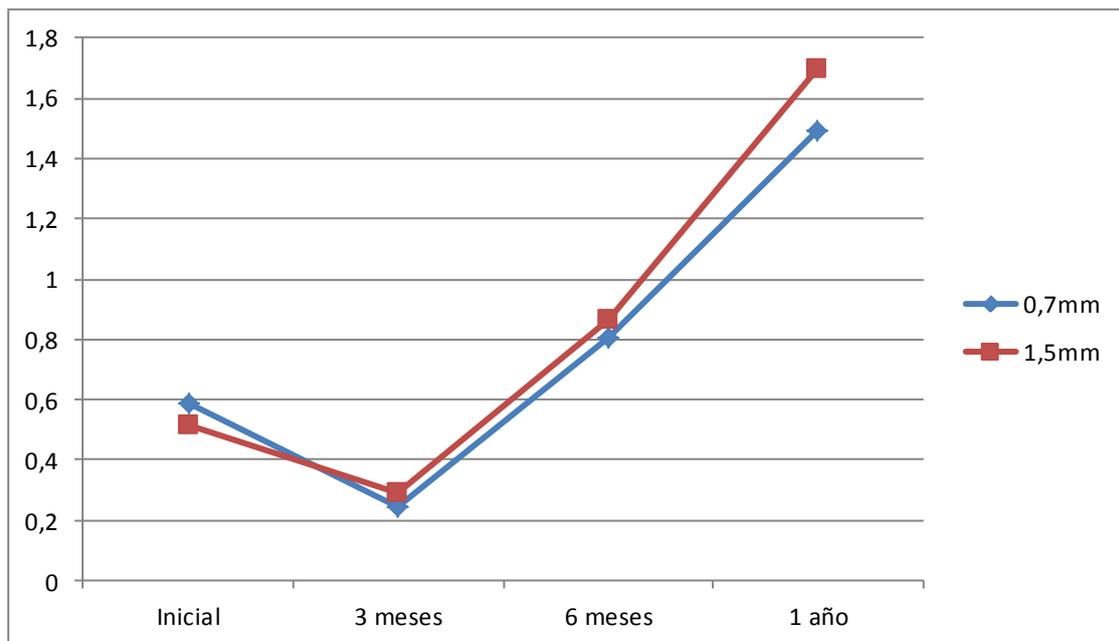
Tabla 15. Valores DHC e ISQ en relación a la altura del cuello del implante.

Evolución DHC mesial:



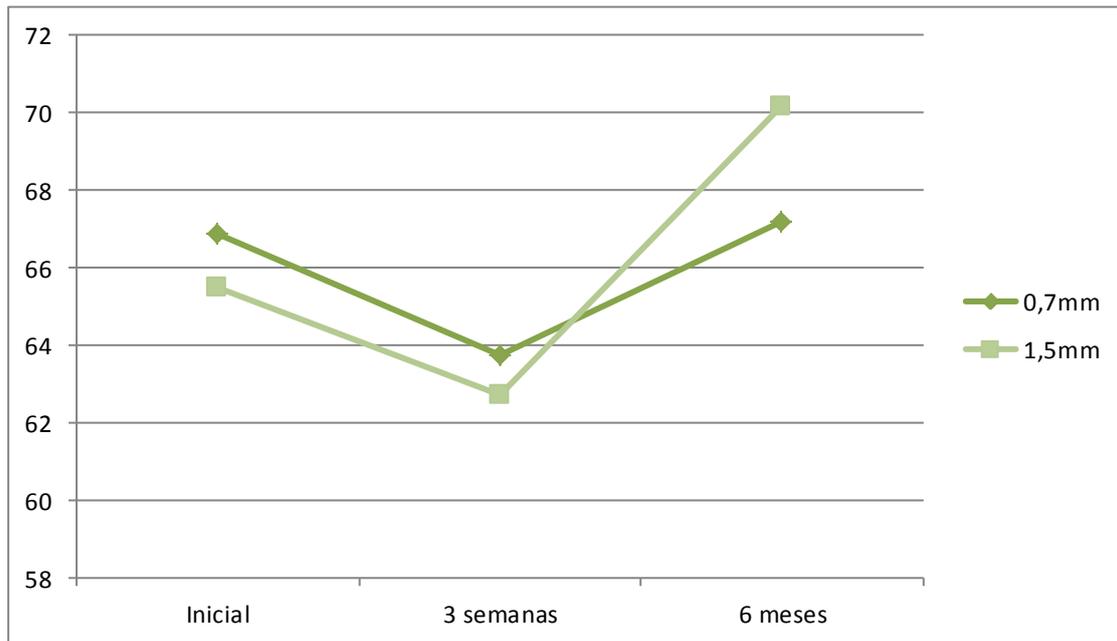
Gráfica 30. Evolución DHC mesial desde baseline hasta el año según la altura del cuello del implante.

Evolución DHC distal:



Gráfica 31. Evolución DHC distal desde baseline hasta el año según la altura del cuello del implante.

Evolución ISQ:



Gráfica 32. Evolución ISQ según la altura del cuello del implante.

4.10. DIAMETRO DEL IMPLANTE

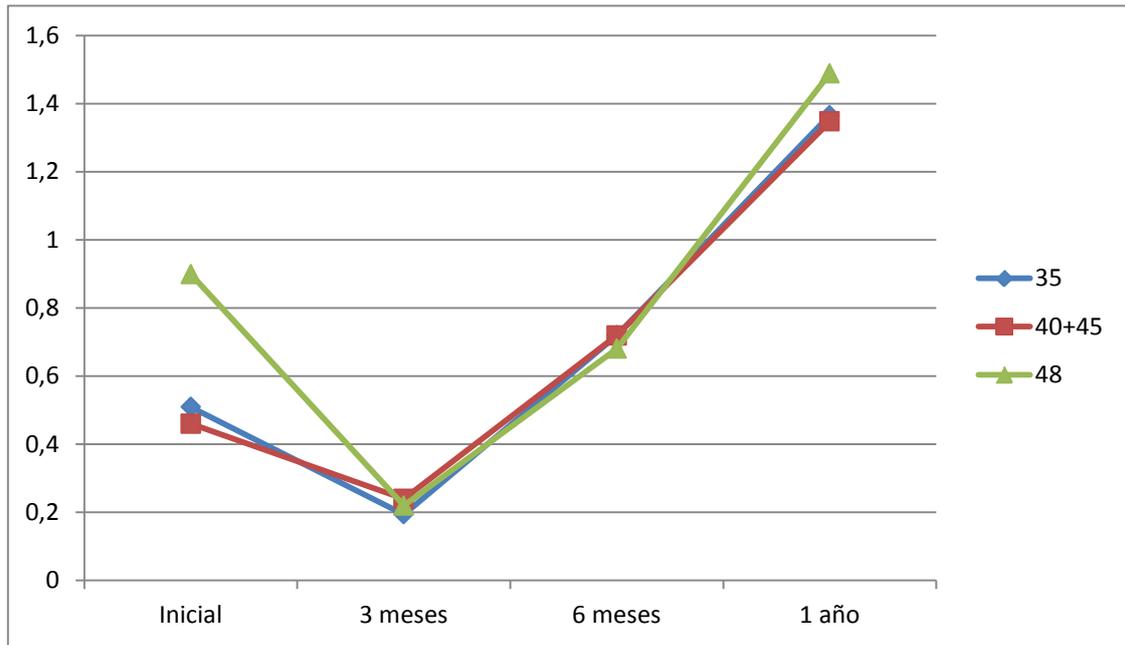
Para realizar el estudio de las variables hemos agrupado en un único grupo los implantes de diámetro 4,0 y 4,5. No existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes diámetros para ninguna de las variables.

	Diámetro	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	35	16	0,5094	0,48493	0,00	1,33
	40+45	52	0,4602	0,47533	-0,55	1,86
	48	13	0,8992	1,28548	0,00	4,79
Distal DHC Postqx	35	16	0,5231	0,49542	0,05	1,62
	40+45	52	0,5350	0,40521	0,00	1,70
	48	13	0,6323	0,63880	0,09	2,00
Mesial DHC 3M	35	16	0,1938	0,07219	0,10	0,34
	40+45	52	0,2396	0,07983	0,09	0,41
	48	13	0,2200	0,08544	0,10	0,38
Distal DHC	35	16	0,2750	0,08485	0,14	0,38

3M	40+45	52	0,2733	0,08267	0,12	0,50
	48	13	0,2546	0,07479	0,13	0,38
Mesial DHC 6M	35	16	0,7194	0,17234	0,44	0,97
	40+45	52	0,7190	0,25872	0,16	1,49
	48	13	0,6800	0,27854	0,20	1,03
Distal DHC 6M	35	16	0,901	0,1640	0,5	1,2
	40+45	52	0,841	0,3237	0,2	2,3
	48	13	0,748	0,2727	0,3	1,1
Mesial DHC 1año	35	16	1,3656	0,35545	0,92	1,90
	40+45	52	1,3473	0,39543	0,59	2,35
	48	13	1,4885	0,38076	1,00	2,15
Distal DHC 1año	35	16	1,6737	0,43735	1,02	2,40
	40+45	52	1,5788	0,49349	0,79	2,85
	48	13	1,6223	0,41947	0,90	2,40
ISQ Postsutura	35	16	69,31	9,357	44	85
	40+45	52	66,63	11,706	12	81
	48	13	60,31	16,362	14	80
ISQ 6semanas	35	16	67,00	7,908	52	76
	40+45	52	63,08	10,295	39	86
	48	13	58,92	15,435	25	77
ISQ 3M	35	16	71,06	6,496	59	85
	40+45	52	68,54	8,302	44	84
	48	13	67,08	11,236	51	83

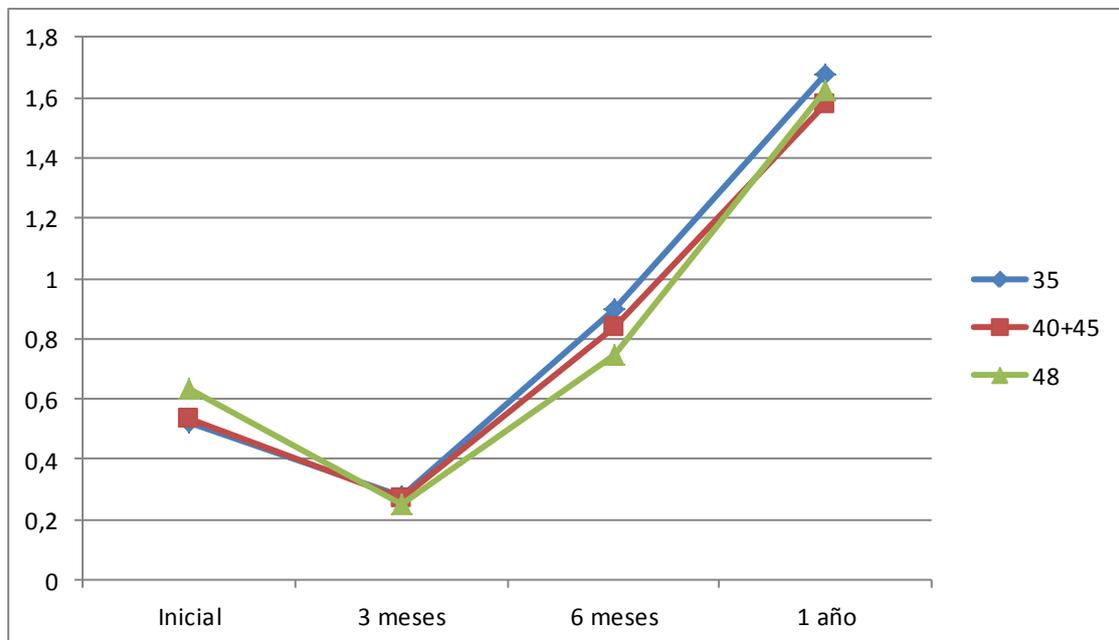
Tabla 16. Valores DHC e ISQ según el diámetro (3,5-4,0-,4,5-,4,8mm) del implante.

Evolución DHC mesial:



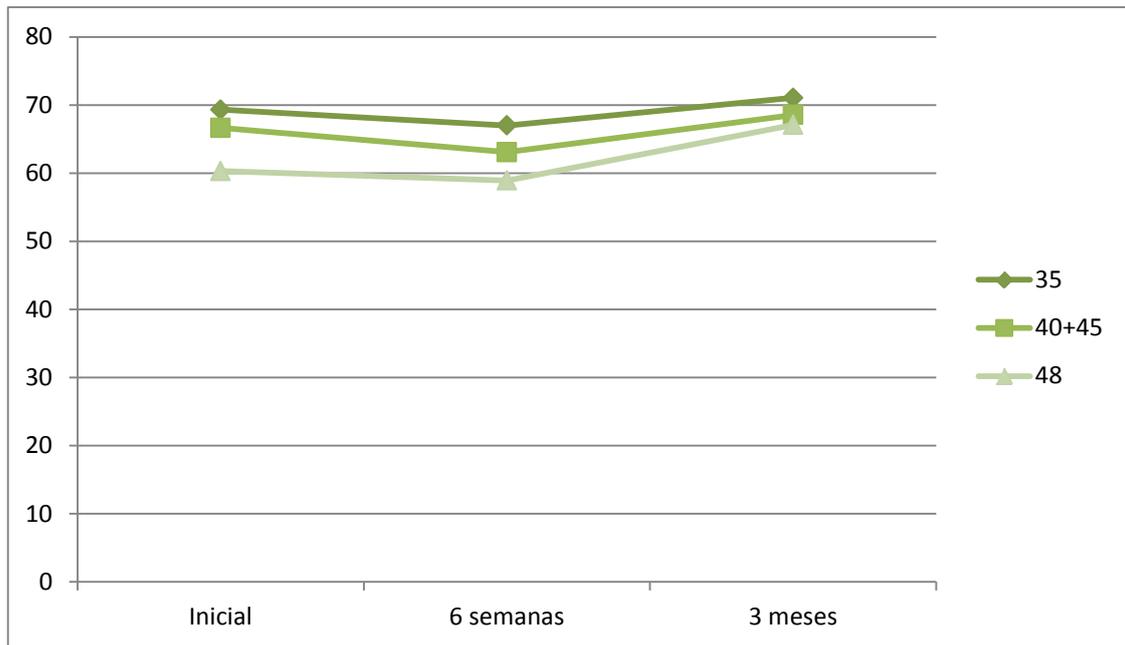
Gráfica 33. Evolución DHC mesial desde baseline hasta el año según el diámetro del implante.

Evolución DHC distal:



Gráfica 34. Evolución DHC distal desde baseline hasta el año según el diámetro del implante.

Evolución ISQ:



Gráfica 35. Evolución ISQ desde baseline hasta la carga según el diámetro del implante.

4.11. CALIDAD ÓSEA

El 1,2 % (1) de los implantes se han colocado en hueso tipo 1. El 76,5% (62) en hueso tipo 2. El 22,2% en hueso tipo 3.

Para realizar el estudio de las variables hemos agrupado en un único grupo los tipos de hueso 1 y 2.

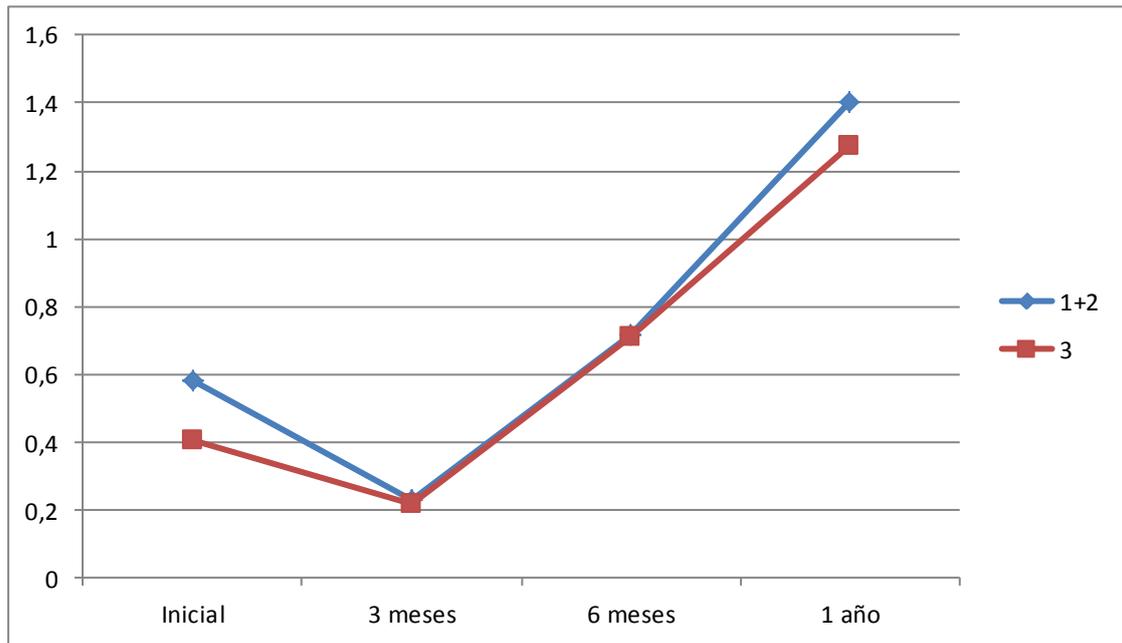
No existen diferencias significativas en el tipo de hueso.

	Calidad ósea	N	Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Mesial DHC Postqx	1+2	63	0,5786	0,72739	0,00	4,79
	3	18	0,4067	0,46559	-0,55	1,10
Distal DHC Postqx	1+2	63	0,5322	0,47464	0,00	2,00
	3	18	0,6044	0,42169	0,10	1,53

Mesial DHC 3M	1+2	63	0,2302	0,08302	0,09	0,41
	3	18	0,2178	0,07191	0,13	0,38
Distal DHC 3M	1+2	63	0,2730	0,08298	0,12	0,50
	3	18	0,2622	0,07635	0,14	0,37
Mesial DHC 6M	1+2	63	0,7133	0,20865	0,20	1,07
	3	18	0,7111	0,35212	0,16	1,49
Distal DHC 6M	1+2	63	0,836	0,2257	0,3	1,6
	3	18	0,846	0,4633	0,2	2,3
Mesial DHC 1año	1+2	63	1,4027	0,38161	0,83	2,35
	3	18	1,2717	0,38721	0,59	1,98
Distal DHC 1año	1+2	63	1,6216	0,45234	0,79	2,63
	3	18	1,5450	0,52849	0,85	2,85
ISQ Postsutura	1+2	63	67,37	11,205	14	85
	3	18	61,89	15,196	12	80
ISQ 6semanas	1+2	63	63,00	10,772	25	79
	3	18	63,83	12,050	37	86
ISQ 3M	1+2	63	68,73	8,968	44	85
	3	18	69,06	6,855	53	82

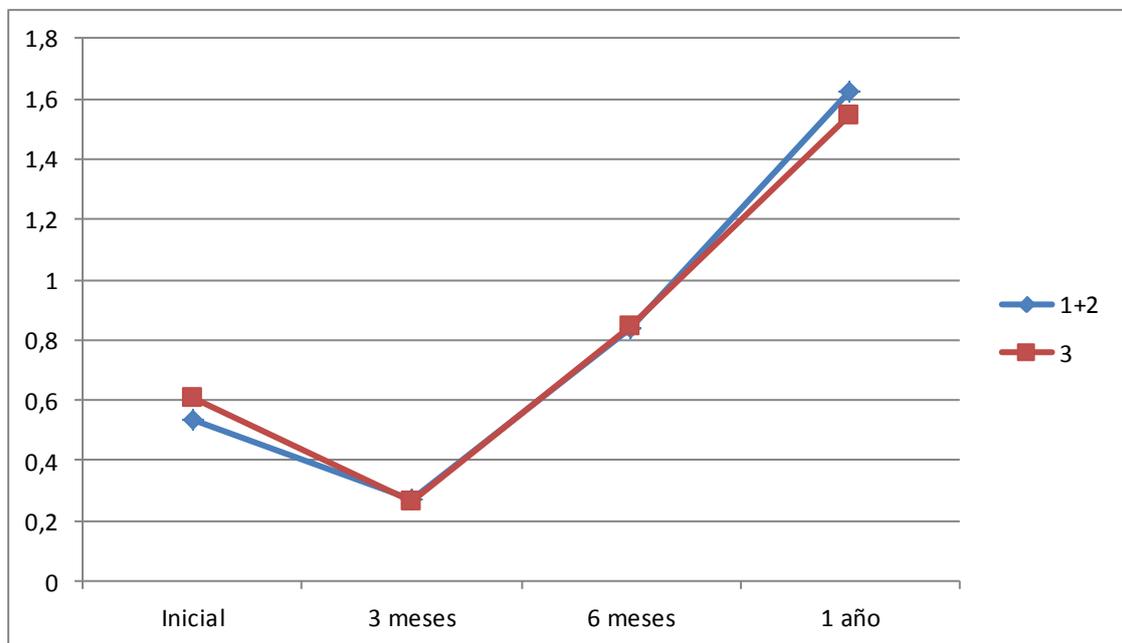
Tabla 17. Valores DHC e ISQ según la calidad ósea.

Evolución DHC mesial:



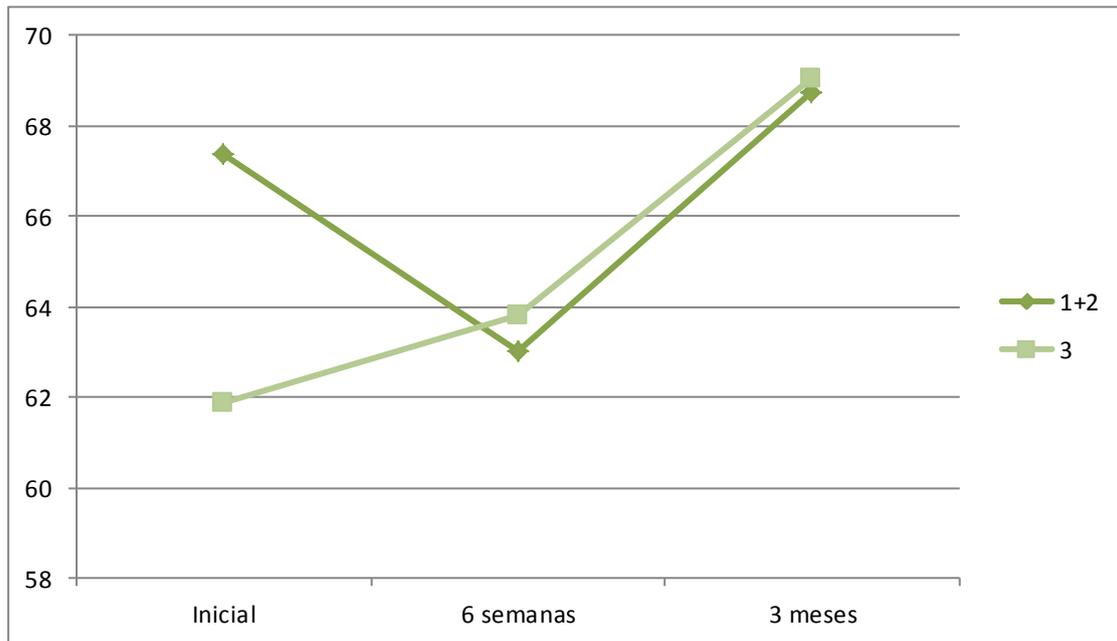
Gráfica 36. Evolucion DHC mesial desde baseline hasta el año según la calidad ósea.

Evolución DHC distal:



Gráfica 37. Evolucion DHC distal desde baseline hasta el año según la calidad ósea.

Evolución ISQ:



Gráfica 38. Evolución del ISQ desde baseline hasta la carga según la calidad ósea.

5. DISCUSION

Los resultados del presente estudio sugieren que la distancia hombro-cresta del implante (DHC), para los implantes con cuello de 0,7mm y 1,5mm es similar al año de su colocación, siendo de $1,40\pm 0,39\text{mm}$ y $1,56\pm 0,40\text{mm}$ respectivamente, sin que existan diferencias estadísticamente significativas entre ellos; por tanto, la pérdida ósea sería semejante para ambos tipos de implantes. Estos resultados estarían en concordancia con lo publicado por autores como Joly et al (257), quienes no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la DHC entre implantes con cuello pulido 2,8 y 1,8mm, siendo ésta de $3,82\pm 0,55\text{mm}$ y $3,50\pm 0,27\text{mm}$ respectivamente. En la misma línea, Hämmerle et al (258) tampoco hallaron diferencias clínicas ni radiológicas, estadísticamente significativas, para la DHC medida al año entre implantes de cuello pulido de 2,8mm cuando se colocan con la interfase liso-rugoso a nivel de la cresta ósea o cuando ésta se coloca 1mm subcrestal. La DHC que obtuvieron al año fue de $2,6\pm 0,8\text{mm}$ y $2,5\pm 0,7\text{mm}$ respectivamente.

Recientemente, Tan et al (259) han publicado un ensayo clínico en el que comparan la DHC al año, de implantes con cuello pulido de 1,8mm colocados con la interfase liso-rugoso a nivel crestal, con la de implantes de cuello pulido 2,8mm, en la que la interfase liso-rugoso se coloca 1mm subcrestal. Obtienen una DHC para los primeros de $2,61\pm 1,03\text{mm}$ y de $2,85\pm 0,64\text{mm}$ para los segundos, sin que existan diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Sin embargo, existen en la literatura artículos que contradicen éstos resultados; así, Todescan et al (260) colocaron implantes en perros, dividiéndolos en tres grupos: en el grupo I situaron el cuello del implantes 1mm por encima de la cresta ósea, en el II a nivel de la cresta ósea y en el III 1mm por debajo de la cresta ósea. La DHC para el grupo I fue de $2,50\pm 0,41\text{mm}$, para el grupo II de $2,28\pm 0,52\text{mm}$ y para el III de $1,68\pm 0,69\text{mm}$, siendo las diferencias estadísticamente significativas entre los grupos I y III. Estos

resultados podrían deberse a que dicho estudio utiliza implantes de conexión externa, al contrario de los citados anteriormente que son de conexión interna, y a que el periodo de seguimiento fue de sólo 3 meses. Cabe recordar que se ha descrito la presencia de un infiltrado inflamatorio alrededor de la conexión implante-pilar entre 4 y 12 meses después de la conexión del pilar, lo que implica que la remodelación ósea dura hasta ese momento, con lo que un seguimiento de 3 meses resultaría insuficiente.

A la vista de lo comentado, podría sugerirse que la distancia entre el hombro del implante y la cresta ósea, en la que se establecería la anchura biológica, dependería más de la localización del gap entre el cuello del implante y el pilar, que de la altura del cuello pulido en sí. El establecimiento de la anchura biológica estaría en función de la distancia gap-cresta ósea y de la relación de la interfase lisa-rugosa con la cresta ósea. La reabsorción ósea sería por tanto, un evento esperado tras la colocación de implantes y tendría lugar para crear el espacio necesario para la adaptación del tejido conectivo.(261)

La pérdida ósea encontrada en el presente estudio fue al año de $0,83\pm 0,68$ y $1,05\pm 0,73$ mm para los implantes de cuello 0,7 y 1,5mm respectivamente. Esta ligera mayor pérdida ósea en los implantes de cuello 1,5mm puede explicarse por el hecho de que los mismos se colocan con la interfase lisa-rugosa subcrestal para evitar la exposición del metal; este dato coincide con lo publicado por Hämmerle et al (258), quienes demostraron que había mayor pérdida ósea marginal si parte del cuello pulido se colocaba en una posición subcrestal, en un intento de mejorar la estética. Alomrani et al (262) estudiaron radiográficamente el efecto del cuello pulido del implante sobre el nivel óseo periimplantario, cuando el cuello se coloca a diferentes alturas sobre la cresta ósea, encontrando que cuando la interfase lisa-rugosa se sitúa 1mm por encima de la cresta hay menor pérdida ósea que cuando la interfase se coloca a nivel o 1mm por debajo de la cresta. Posteriormente Hermann et al (263) publicaron los resultados histomorfométricos del estudio anterior, mostrando resultados similares.

En íntima relación con lo anterior se encuadran los trabajos de Al-Sayyed et (264) al y Deporter et al,(265) que colocaron sobre perros dos tipos de implantes que, siendo morfológicamente iguales, diferían en la altura del cuello pulido de los mismos (1,8mm vs de 0,75mm). Los insertaron de tal manera que el hombro del implante quedaba a nivel de la cresta y encontraron que, a los 9 meses, el primer contacto hueso-implante era más apical en los implantes de cuello 1,8mm colocados en zonas posteriores que en los de 0,75. Schwartz et al (266) realizaron un estudio histomorfométrico en perros a 12 semanas en el que colocan implantes con cuello pulido de 0,4 y 1,6mm, dejando en ambos casos 0,4mm de cuello pulido por encima de la cresta (de tal manera que los de 1,6 mm quedan con 1,2mm del cuello pulido enterrado en el hueso). A las 2 semanas observan formación de nuevo hueso trabeculado en contacto con la parte rugosa de los implantes de 0,4mm, mientras que encuentran tejido conectivo interpuesto entre el cuello de los implantes de 1,6mm y el hueso adyacente. A las 12 semanas los dos tipos de implantes mostraron pérdida ósea, que sin embargo fue mayor en los de 1,6mm. Una de las limitaciones de este estudio es que el periodo de seguimiento es tan sólo de 12 semanas, por lo que cabe la misma consideración que la comentada anteriormente sobre el artículo de Todescan (260). En el citado estudio de Tan et al (259), también se evaluó la pérdida ósea crestal, encontrando que la pérdida para los implantes de cuello 2,8 fue de $1,31 \pm 0,65$ mm y para los de cuello 1,8 de $0,87 \pm 0,8$ mm, siendo las diferencias estadísticamente significativas.

La estabilidad primaria de los implantes es considerada un requerimiento para la adecuada osteointegración de los mismos; el mantenimiento de una adecuada estabilidad en el tiempo se considera igualmente una garantía para su éxito a largo plazo (267,268). Diversas técnicas han sido descritas para valorar clínicamente la estabilidad de los implantes de una manera no invasiva, siendo. Uno de los métodos más utilizados en la actualidad es el **análisis de la frecuencia de resonancia (AFR)**, que utiliza como unidad de medida el ISQ (**cociente de estabilidad del implante**). Desde 1996 son numerosos los trabajos que demuestran su utilidad para obtener una valoración objetiva de la estabilidad debido a su alta fiabilidad y reproducibilidad (267-269). El AFR

permite cuantificar de forma objetiva la estabilidad de los implantes en un momento determinado así como su monitorización, pudiendo realizarse mediciones secuenciales y estudiar el comportamiento del implante en el tiempo. **(270-272)**

En el presente estudio las medidas del AFR se registraron en el momento de la colocación de los implantes (baseline), a las 8 semanas y a los 3 meses. El ISQ medio fue de $66,15 \pm 12,31$ en baseline; $63,19 \pm 11,00$ a las 8 semanas; y $68,80 \pm 8,50$ a los 3 meses, es decir, valores por encima de 60 considerados como indicadores de una adecuada estabilidad del implante. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a los valores ISQ entre los implantes de cuello 0,7 y 1,5mm, por lo que podemos inferir que, dentro de las limitaciones de este estudio y a la luz de estos resultados, la longitud del cuello del implante no tendría influencia en la estabilidad del mismo. Los valores de estabilidad primaria obtenidos en el estudio son similares a los publicados por otros autores como Zix **(273)** quien obtiene unos valores ISQ medios de $52,5 \pm 7,9$ u Östman **(274)** que obtienen unos valores medios de estabilidad de $67,4 \pm 8,6$.

En el presente estudio, los valores ISQ tendieron a disminuir en el registro de las 8 semanas, recuperándose e incluso superando los valores iniciales a los 3 meses, tal y como describen en su trabajo Ersanli y cols **(275)**, quienes encuentran un descenso de los valores ISQ entre la tercera y sexta semana, que se va recuperando hasta ser superior en el momento de la carga de los implantes. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos **(268,276-279)**, cuyos autores sugieren que la caída en los valores ISQ en las primeras semanas se debe a los cambios que se producen en la interfase hueso-implante, así como a las características del hueso vecino. El posterior aumento de la estabilidad se debería a la formación y maduración ósea alrededor de los implantes, así como al proceso de cicatrización del tejido óseo en la superficie de los implantes.

En un trabajo de Barewal y cols **(277)**, se registraron los valores de AFR semanalmente hasta la décima semana, demostrando que no hay cambios significativos después de la quinta semana en la estabilidad de los implantes.

Una pauta de registro similar emplean Boronat y cols (**280**) en cuyo estudio registran los valores de estabilidad semanalmente a 64 implantes colocados en 24 pacientes cargándolos de forma diferida, encontrando los valores más altos en la décima semana y los más bajos en la cuarta semana (60,9 ISQ), con unos valores medios de 62,6 ISQ, evolución similar a la encontrada en el presente estudio para los valores de AFR.

6. CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones del presente estudio, sus resultados sugieren lo siguiente:

1- Tanto los implantes de cuello 0,7mm como los de 1,5mm pueden usarse de manera predecible.

2- Los cambios en el nivel óseo periimplantario serían similares para ambos tipos de implantes y no parecen ser significativos desde un punto de vista clínico. El establecimiento de la anchura biológica quizás sea más dependiente de la localización de la interfase pilar-implante según distintos estudios de la evidencia, que de la altura del cuello pulido.

3- En relación a la interfase lisa-rugosa del implante, si éste se coloca de manera subcrestal aparece una mayor pérdida ósea. Ese es el motivo por el que encontramos esa leve mayor pérdida en implantes de 1,5mm (se ha enterrado el cuello pulido) en contra de lo que cabría esperar.

4- En cuanto al valor de estabilidad ISQ como se ha podido ver, no hay diferencias estadísticamente significativas que demuestren que el cuello del implante, es decir, su altura, determine una variable digna de mención. Esta evolución del ISQ a las 6 semanas es cuando registra un Ostell menor (disminuye la estabilidad primaria y empieza a aumentar la estabilidad secundaria).

7. ANEXOS

Documento de compromiso:

Título del estudio:

CARGA TEMPRANA DE IMPLANTES KLOCKNER EC 0.7[®] Y EC 1.5[®] DE 4.0 Y 4.8 EN LA ZONA POSTERIOR DE MAXILAR O MANDIBULA: ESTUDIO CONTROLADO ALEATORIZADO DE RESTAURACIONES DE 2 A 4 UNIDADES OCLUSALES CARGADAS A LAS SEIS SEMANAS DE LA CIRUGIA.

He leído el protocolo y estoy de acuerdo con desarrollar la parte del estudio que me corresponde hasta el fin del estudio.

1.-	_____	_____
	Firma del investigador	Fecha
2.-	_____	_____
	Firma del investigador	Fecha
3.-	_____	_____
	Firma del monitor clínico	Fecha
4.-	_____	_____
	Firma del monitor clínico	Fecha
5.-	_____	_____
	Firma del director del Master de Periodoncia e Implantología	Fecha

REGISTRO PREQUIRURGICO

Paciente _____

Fecha _____

Higiene Oral:

- Excelente.
- Buena.
- Regular.
- Mala.

Radiografías:

- Panorámica.
- Periapical.
- Otras: especificar:

Número de implantes a colocar:

- 1
- 2
- 3
- 4

Posición del diente	fecha de la pérdida	razón de la pérdida
<input type="radio"/> _____	_____	_____
<input type="radio"/> _____	_____	_____
<input type="radio"/> _____	_____	_____
<input type="radio"/> _____	_____	_____

REGISTRO PREQUIRURGICO

Paciente _____ **Fecha** _____
Razones de la pérdida dentaria

- 1- Trauma.
- 2- Enfermedad periodontal.
- 3- Reabsorción radicular interna.
- 4- Rizolisis.
- 5- Pérdida de un implante.
- 6- Tratamiento de conductos fracasado.
- 7- Caries.
- 8- Agenesia dentaria.
- 9- Fractura dentaria.

¿Ha existido infección previa en la localización? ¿Se trató con antibióticos? _____

Índice de placa modificado (0-3)

18 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24 25 26 27 28

D	B																																		
M	L																																		

REGISTRO PREQUIRURGICO

Paciente _____ **Fecha** _____

Índice de sangrado modificado (0-3)

18 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24 25 26 27 28

D	B																		
M	L																		

Profundidad de sondaje (mm)

18 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24 25 26 27 28

D	B																		
M	L																		

Firma del investigador

Fecha

1ª VISITA

Paciente _____

Fecha _____

FECHA DE NACIMIENTO _____ HOMBRE _____ MUJER _____

FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO SI _____ NO _____ FECHA _____

HISTORIA DE SALUD MÉDICA

Las enfermedades de la boca son causadas por una combinación de factores complejos y el éxito en el tratamiento depende de su identificación. Aunque alguna de las siguientes preguntas no parezca tener relación con su trastorno, todas están asociadas con el cuidado apropiado de la salud dental. Por favor, conteste a TODAS las preguntas; las respuestas son CONFIDENCIALES.

¿Cómo considera su salud general?

Fecha de su último examen físico _____

Estatura _____

Peso _____

¿Está siendo atendido en la actualidad por...?

un médico

un psiquiatra

¿Está tomando alguno de los siguientes medicamentos?

antibióticos

tranquilizantes

hormonas

medicina para presión sanguínea

medicina para el corazón

anticoagulantes

insulina

aspirina

cortisona (esteroide)

píldoras contraceptivas

¿Ha estado gravemente enfermo?

¿Y hospitalizado?

¿Ha tenido problemas cardíacos?

reumatismo del corazón

ataque al corazón

baja presión sanguínea

alta presión sanguínea

dolor o presión en el pecho

soplo en el corazón

ataque cerebral

dificultades respiratorias

¿Ha sufrido alguna enfermedad contagiosa?

hepatitis

tuberculosis

sífilis

otras

¿Ha padecido...?

alteraciones hepáticas

periodos depresivos

problemas pulmonares

dolores de cabeza

mareos o desmayos

alteraciones renales

ictericia

radioterapia

úlcera

glaucoma

artritis

tos

tensión

cáncer o tumor

anemia

diabetes

epilepsia

¿Ha sangrado anormalmente por extracciones, cirugía o menstruación?

¿Ha sido objeto de transfusiones sanguíneas?

¿Es alérgico o ha tenido alguna vez una reacción anormal con una droga?

anestesia dental

sulfamidas

codeína

calmantes

aspirina

otros antibióticos

penicilina

nada

¿Sufre de...?

irritación cutánea, urticaria, fiebre del heno

sinusitis

asma

¿Existe predisposición en su familia hacia alguna enfermedad?

diabetes

cardiopatías

otras

¿Padece alguna dolencia o enfermedad no mencionada que cree que debo conocer?

¿Fuma?

En el caso de mujeres: ¿Está embarazada?

Paciente o tutor del paciente

1ª VISITA

Paciente _____

Fecha _____

Criterios de inclusión: Contestar si o no.

- 1.- ¿Tiene el paciente al menos 18 años de edad?
- 2.- ¿Presenta el paciente al menos la ausencia de 2 dientes contiguos distales al canino en la zona posterior del maxilar o de la mandíbula? (posiciones según la nomenclatura de la FDI de 4 a 7)
- 3.- ¿Desea el paciente coronas implantosoportadas?
- 4.- ¿Están los alvéolos en las áreas a implantar completamente cicatrizados? ¿Han sido los dientes extraídos al menos hace 4 meses?
- 5.- ¿Existe suficiente disponibilidad ósea en altura y anchura para permitir la colocación de implantes Klöckner Essential Cone de 4.0mm o 4.8mm de diámetro existiendo un tabique de hueso de al menos 1 mm en todo su contorno y de una longitud de al menos 8 mm?
- 6.- ¿Es la dentición antagonista dientes naturales o coronas o puentes sobre dientes naturales o implantes?
- 7.- ¿Presenta el paciente una oclusión estable?
- 8.- ¿Muestra el paciente signos de actividad de la enfermedad periodontal tales como supuración o índice de placa o sangrado superior al 15%?
- 9.- ¿Esta el paciente dispuesto a participar en el estudio durante toda su duración?

Si uno o mas de los criterios se contesta con un NO, el paciente no es elegible.

1ª VISITA

Paciente _____

Fecha _____

Criterios de inclusión: Contestar si o no.

Criterios sistémicos.

- 1.- ¿padece el paciente alguna enfermedad que afecte a su capacidad inmunitaria y/o al metabolismo óseo?
- 2.- ¿está o ha estado el paciente en tratamiento con bifosfonatos?
- 2.- ¿presenta el paciente alguna alteración en la coagulación?
- 3.- ¿tiene el paciente historia de radioterapia de cabeza o cuello?
- 4.- ¿padece el paciente alguna patología sistémica no controlada por el médico correspondiente?
- 5.- ¿hace el paciente abuso de drogas y/o alcohol?
- 6.- ¿está el paciente infectado por el virus VIH?
- 7.- ¿es el paciente fumador de más de 10 cigarrillos diarios?
- 8.- ¿existen circunstancias o condiciones que en opinión del investigador puedan complicar la participación del paciente en el estudio o interferir en el análisis de los datos?

Criterios de la localización.

- 1.- ¿existe presencia de cualquier patología de carácter local que contraindique el tratamiento con implantes dentales?
- 2.- ¿está algún alveolo no completamente cicatrizado?
- 3.- ¿se ha realizado en las localizaciones donde se alojarán los implantes procedimientos de regeneración ósea (ROG) previamente?
- 4.- ¿es el paciente un bruxista severo?
- 5.- ¿presenta el paciente signos de patología de la ATM?
- 6.- ¿mantiene el paciente una mala higiene oral?

Si uno o mas de los criterios se contesta con un SI, el paciente no es elegible.

Firma del investigador

Fecha

CIRUGIA COLOCACION IMPLANTES

Paciente _____ Grupo _____ Fecha _____

Higiene Oral:

- Excelente.
- Buena.
- Regular.
- Mala.

Radiografías:

- Panorámica.
- Periapical individualizada previa (Obligatoria).**
- Periapical individualizada postquirúrgica (Obligatoria).**
- Otras: especificar:

Posición Implante	Lote	CO	AO	ALO	TD	FC	DCOM	DCOD	ISQ	ISQ	EP
									I	II	

CIRUGIA COLOCACION IMPLANTES

Paciente _____ **Grupo** _____ **Fecha** _____

CO: Calidad ósea, AO: anchura ósea, ALO: altura ósea, TD: longitud tramo desdentado en mm, DCOM: distancia del cuello del implante a la cresta ósea en mesial, DCOD: distancia del cuello del implante a la cresta ósea en distal, FC: forma de la cresta, ISQ I: registro antes de suturar; ISQ II: registro tras la sutura de los colgajos, EP: estabilidad primaria si/no.

Calidad ósea (CO):

- I- hueso compacto homogéneo.
- II- Capa gruesa de hueso compacto que rodea un núcleo de hueso trabecular.
- III- Capa fina de hueso compacto que rodea un núcleo de hueso trabecular.
- IV- Capa fina de hueso compacto que rodea un núcleo de hueso trabecular de escasa densidad.

Forma de la cresta (FC):

- 1- paredes convergentes.
- 2- paredes paralelas.
- 3- con repisas.
- 4- filo de cuchillo.

¿Ha habido alguna complicación o episodio adverso? _____

CIRUGIA COLOCACION IMPLANTES

Paciente _____ Grupo _____ Fecha _____
Es obligatorio en esta visita el aleatorizar por el procedimiento de la
“moneda al aire” el grupo de tratamiento en el que se va a situar al
paciente:

A – pacientes tratados con implantes EC.

B – pacientes tratados con implantes EC 1.5.

Zona para las etiquetas presentes en los embalajes de los implantes

Firma del investigador

Fecha

VISITA 6 SEMANAS

Paciente _____ Grupo _____ Fecha _____

Higiene Oral:

- Excelente.
- Buena.
- Regular.
- Mala.

Toma de impresiones:

- Obligatoria.
- Complicación: especificar:

Posición Implante	ISQ	MDI	EI MII

Movilidad directa del implante (MDI):

- 1- no existe movilidad visual con la palpación.
- 2- Movilidad visual con la palpación.

Éxito del implante/Movilidad indirecta (EI/MII):

- 1- Ausencia de problemas.

VISITA 6 SEMANAS

Paciente _____ **Grupo** _____ **Fecha** _____

- 2- Presencia de radiolucidez continua a lo largo del implante visible en las radiografías.
- 3- Presencia de infección periimplantaria recurrente.
- 4- Presencia de dolor continuo o recurrente.
- 5- Fracaso estructural del implante / pérdida del implante.

Posición Implante	IPM	IPV	IPD	IPL	ISM	ISV	ISD	ISL	PSM	PSV	PSD	PSL

Índice de placa: se medirá en las superficies mesial (IPM), vestibular (IPV), distal (IPD) y lingual o palatina (IPL).

- 0- Ausencia de placa.
- 1- Se visualiza la placa al pasar una sonda.
- 2- Placa visible.
- 3- Abundante materia alba.

Índice de sangrado: se medirá en las superficies mesial (ISM), vestibular (ISV), distal (ISD) y lingual o palatina (ISL).

- 1- Ausencia de sangrado.

VISITA 6 SEMANAS

Paciente _____ **Grupo** _____ **Fecha** _____

2- Sangrado puntual.

3- El sangrado forma una línea en el surco.

4- Sangrado intenso o profuso.

¿Ha habido alguna complicación o episodio adverso? _____

¿Ha habido alguna dificultad o problema durante la manipulación de los implantes para la parte protética? _____

Firma del investigador

Fecha



Comité Ético de Experimentación
de la Universidad de Sevilla

CUESTIONARIO PARA EVALUACIÓN POR EL COMITÉ ÉTICO DE EXPERIMENTACIÓN

Proyectos de investigación con sujetos humanos

Nombre del Responsable:	BULLON FERNANDEZ P, RIOS SANTOS JV
Título del Proyecto:	CARGA DE IMPLANTES KLÖCKNER EC Y EC 1.5® DE 4.0 Y 4.8 EN LA ZONA POSTERIOR DE MAXILAR O MANDÍBULA: ESTUDIO CONTROLADO ALEATORIZADO DE RESTAURACIONES DE 2 A 4 UNIDADES OCLUSALES CARGADAS A LAS SEIS SEMANAS DE LA CIRUGIA.
Breve descripción de los objetivos del proyecto (adjuntando, como documentación complementaria el resumen, los objetivos y el plan de trabajo):	
<p>Este es un estudio postcomercialización aleatorizado realizado a doble ciego, donde cada uno de los pacientes recibirán de 2 a 4 implantes en la zona posterior de maxilar o mandíbula, cuyo objetivo principal es evaluar el comportamiento clínico en carga temprana (6 semanas) de implantes Klöckner EC y EC 1.5® de diámetro 4.0 y 4.8. Estos implantes soportarán restauraciones de 2 a 4 unidades oclusales en la zona posterior de maxilar y mandíbula.</p> <p>El tratamiento se evaluará con carga a las 6 semanas y durante un año tras la cirugía.</p> <p>Los pacientes se dividirán en dos grupos aleatorizados según la superficie del implante: A.- Implantes EC®. B.- Implantes EC 1.5®.</p> <p>OBJETIVO PRINCIPAL:</p> <p>- Evaluación estadística de cambios significativos en los niveles del hueso cresta a partir de radiografías periapicales estándar. Se evaluará la pérdida ósea a las 20-23 semanas y al año tras la cirugía y durante el seguimiento comparando los grupos A y B.</p> <p>OBJETIVOS SECUNDARIOS:</p> <p>- Valoración de la estabilidad de los implantes y su evolución. Dicha medición se realizará con el sistema de Análisis de la Frecuencia de Resonancia (AFR) (Ostell Mentor®). Los datos se registrarán en el momento de la colocación de los implantes, a las 2 semanas, 4 semanas, 6 semanas, 20-23 semanas y 1 año.</p> <p>- Valoración de los patrones y sus cambios en la densidad ósea radiográfica alrededor de los implantes en diferentes momentos del proceso de cicatrización. Valoración a las 20-23 semanas y al año tras la cirugía de colocación de implantes y comparando los grupos A y B. Dicho análisis se realizará mediante el sistema de sustracción radiográfica (SR) (Emago®) que analiza las radiografías periapicales estándar.</p> <p>- Relación de los datos obtenidos mediante radiografías periapicales del nivel de hueso</p>	

8. BIBLIOGRAFIA

1. Chiapasco M, Abati S, Romeo E, Vogel G. Clinical outcome of autogenous bone blocks or guided bone regeneration with e-PTFE membranes for the reconstruction of narrow edentulous ridges. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:278-88.
2. McAllister Bs, Haghghat K. Bone augmentation techniques. *J Periodontol* 2007;78:377-96.
3. Wang HL, Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent* 2006;15:8-17.
4. Stefilk DE, McKinney RV, Jr. Historia de la implantología. En: McKinney RV, Jr, ed. *Implantes dentales endoóseos*. Barcelona: Mosby, 1993;8-18.
5. Ring ME, ed. *Historia ilustrada de la odontología*. Barcelona: Doyma, 1989.
6. Gómez M, Ávila R, Landa S. Evolución histórica de la implantología dental. *REv Esp Estomatol* 1988;36 (30): 303-310.
7. Sanz J. *Odontología española antigua y medieval*. En: Sanz J, ed. *Historia de la Odontología Española*. Barcelona: Masson, 1998; 29-34.
8. Linkow LI, Chercheve R, eds. *Theories and techniques of oral implantology*. London: C.V. Mosby, 1970.
9. Donado M, Guisado B, Donado A. *Implantes dentales aloplásticos*. En: Donado M, ed. *Cirugía Bucal. Patología y técnica*. Madrid: Masson, 1998;511-512.
10. Strock AE. Experimental work on a method for the replacement of missing teeth by direct implantation of a metal support into the alveolus. *Am J Orthodont Oral Surg* 1939; 25:467-472.
11. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark P. A 15 year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;387-416.
12. Rosemberg ES, Cutler SA. Periodontal considerations for esthetics: edentulous ridge augmentation. *Durr Opin Cosmet Dent*, 1993;61-66.
13. Nevins M, Jovanovic SA. Localized bone reconstruction as an adjunct to dental placement. *Curr Opin Periodontol* 1997;4:109-118.
14. Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. *Prótesis Tejido-Integrada. La oseointegración en la Odontología Clínica*. Barcelona: Quintessence, 1999;11-13.

15. De Bergareche J, Orbe MJ. Panorama y resultados de la implantología dental moderna. *Av Odontoestomatol* 1989;5:193-224.
16. A Strand P. Sistemas actuales de implantes. *Swed Dent J* 1993;85 (11-12):651-661.
17. Ham AW. Some histophysiological problems peculiar to calcified tissues. *J Bone Joint Surg Am* 1952;24-A3:701-28.
18. Jones Sj, Boyde A. Scanning electron microscopy of bone cells in culture. In: Copp DH, Talmage RV, editors. *Endocrinology of Calcium Metabolism*. Amsterdam: Excerpta Medica; 1978. p. 97-104.
19. Kurihara N, Chenu C, Miller M, Civin C, Roodman GD. Identificación de long term human marrow cultures. *Endocrinology* 1990;126:2733-41.
20. Martin TJ, Ng KW, Suda T. Bone cell physiology. *Endocrinol Metab Clin North Am* 1989;18:833-58.
21. Chappard D, Alexandre C, Riffat G. Histochemical identification of osteoclasts. Review of current methods and reappraisal of a simple procedure for routine diagnosis on undecalcified human iliac bone biopsies. *Basic Appl Histochem* 1983;27:75-85.
22. Minkin C. Bone acid phosphatase: tartrate-resistant acid phosphatase as a marker of osteoclast function. *Calcif Tissue Int* 1982;34:285-90.
23. Holtrop ME, King GJ. The ultrastructure of the osteoclast and its functional implications. *Clin Orthop Relat Res* 1977;177-96.
24. Azuma Y, Kaji K, Katogi R, Takeshita S, Kudo A. Tumor necrosis factor-alpha induces differentiation of and bone resorption by osteoclasts. *J Biol Chem* 2000;30:809-18.
25. Jimi E, Nakamura I, Duong LT, Ikebe T, Takahashi N, Rodan GA et al. Interleukin 1 induces multinucleation and bone-resorbing activity of osteoclasts in the absence of osteoblasts/stromal cells. *Exp Cell Res* 1999;247:84-93.
26. Kobayashi D, Takahashi N, Jimi E, Udagawa N, Takami M, Kotake S et al. Tumor necrosis factor alpha stimulates osteoclast differentiation by a mechanism independent of the ODF/RANKL-RANK interaction. *J Exp Med* 2000;191:275-86.
27. Karsenty G. The genetic transformation of bone biology. *Genes Dev* 1999;13:3037-51.
28. Karsenty G. Genetic control of skeletal development. *Novartis Found Symp* 2001;232:6-17.
29. Nefussi Jr. Biology and physiology of the implant bone site. In: Khoury F, Antoun H, Missika P, editors. *Bone augmentation in oral implantology*. Quintessence Books; 2007. p. 1-27.
30. Albrektsson T. On long-term maintenance of the osseointegrated response. *Aust Prosthodont J* 1993;7:15-24.
31. Bruns JB. In vivo bone response to biomechanical loading at the bone/dental-implant interface. *Adv Dent Res* 1999;13:99-119.

32. Davies JE. Mechanisms of endosseous integration. *Int J Prosthodont* 1998;11:391-401.
33. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res.* 1990 Dec;1(1):33-40.
34. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, et al. Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res.* 1997 Jun;8(3):161-72.
35. Weber HP, Crohin CC, Fiorellini JP. A 5-year prospective clinical and radiographic study of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2000 Apr;11(2):144-53.
36. Behneke A, Behneke N, d'Hoedt B. The longitudinal clinical effectiveness of ITI solid-screw implants in partially edentulous patients: a 5-year follow-up report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000 Sep-Oct;15(5):633-45.
37. Bornstein MM, Schmid B, Belser UC, Lussi A, Buser D. Early loading of non-submerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface. 5- year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Clin Oral Implants Res.* 2005 Dec;16(6):631-8.
38. Lekholm U, van Steenberghe D, Hermann I, Bolender C, Folmer T, Gunne J. . Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous jaws: A prospective 5-year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1994;9:627-35.
39. Buser D, Bornstein MM, Weber HP, Grutter L, Schmid B, Belser UC. Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in the esthetic zone: a cross-sectional, retrospective study in 45 subjects with a 2- to 4-year follow-up. *J Periodontol.* 2008 Sep;79(9):1773-81.
40. Jemt T, Chai J, Harnett J, Heath MR, Hutton JE, Johns RB, et al. A 5-year prospective multicenter follow-up report on overdentures supported by osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996 May- Jun;11(3):291-8.
41. Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T. A prospective 15-year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. Clinical results and marginal bone loss. *Clin Oral Implants Res.* 1996 Dec;7(4):329-36.
42. Becker J, Ferrari D, Herten M, Kirsch A, Schaer A, Schwarz F. Influence of platform switching on crestal bone changes at non-submerged titanium implants: a histomorphometrical study in dogs. *J Clin Periodontol.* 2007 Dec;34(12):1089-96.
43. Walton JN, Gardner FM, Agar JR. A survey of crown and fixed partial denture failures: length of service and reasons for replacement. *J Prosthet Dent.* 1986 Oct;56(4):416-21.

44. Gardner DM. Platform switching as a means to achieving implant esthetics. *N Y State Dent J*. 2005 Apr;71(3):34-7.
45. Adell R. Clinical results of osseointegrated implants supporting fixed prostheses in edentulous jaws. *J Prosthet Dent*. 1983 Aug;50(2):251-4.
46. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986 Summer;1(1):11-25.
47. Calvo Guirado JL, Saez Yuguero MR, Pardo Zamora G, Munoz Barrio E. Immediate provisionalization on a new implant design for esthetic restoration and preserving crestal bone. *Implant Dent*. 2007 Jun;16(2):155-64.
48. Belser UC, Buser D, Hess D, Schmid B, Bernard JP, Lang NP. Aesthetic implant restorations in partially edentulous patients--a critical appraisal. *Periodontol 2000*. 1998 Jun;17:132-50.
49. Buser D, Martin W, Belser UC. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19 Suppl:43-61.
50. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada J. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003 Jan-Feb;18(1):31-9.
51. Chen ST, Wilson TG, Hammerle CH. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19 Suppl:12-25.
52. Cornelini R, Cangini F, Covani U, Wilson TG. Immediate restoration of implants placed into fresh extraction sockets for single-tooth replacement: a prospective clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2005 Oct;25(5):439-47.
53. Rimondini L, Bruschi GB, Scipioni A, Carrassi A, Nicoli-Aldini N, Giavaresi G, et al. Tissue healing in implants immediately placed into postextraction sockets: a pilot study in a mini-pig model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005 Sep;100(3):43-50.
54. Araujo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. Tissue modelling following implant placement in fresh extraction sockets. *Clin Oral Implants Res*. 2006 Dec;17(6):615-24.
55. Araujo MG, Wennstrom JL, Lindhe J. Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implants Res*. 2006 Dec;17(6):606-14.
56. Mayfield L. Immediate, delayed and late submerged and transmucosal implants. In: Lang NP, Karring T, Lindhe J, editor. *Proceedings of the 3rd European Work-shop on Periodontology: Implant Dentistry*. Berlin: Quintessenz Verlags; 1999. p. 520-34.

57. Cochran DL. The scientific basis for and clinical experiences with Straumann implants including the ITI Dental Implant System: a consensus report. *Clin Oral Implants Res.* 2000;11 Suppl 1:33-58.
58. Albrektsson T, Branemark PI, Hansson HA, Lindstrom J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand.* 1981;52(2):155-70.
59. Bränemark P. Introduction to osseointegration. In: Bränemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editor. *Tissue-integrated prostheses.* Chicago: Quintessence Publishing Co., Inc.; 1985. p. 11-76.
60. Steinemann SG, Eulenberge J, Maeusli PA, Schroeder A. Adhesion of bone to titanium. In: Christel P, Meunier A, Lee ACJ, editor. *Biological and biomechanical performance of biomaterials.* Amsterdam: Elsevier; 1989. p. 409-14.
61. Zarb GA, Albrektsson T. Osseointegration: a requiem for the periodontal ligament? *Int J Periodont Rest Dent.* 1991;11:88-91.
62. Natiella JR, Armitage JE, Meenaghan MA, Greene GW. Tissue response to dental implants protruding through mucous membrane. *Oral Sci Rev.* 1974;5(0):85-105.
63. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci.* 1998 Feb;106(1):527-51.
64. Mombelli A. Criteria for success. Monitoring. In: Lang NP, Karring T, editor. *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology.* London: Quintessence Publishing Co., Ltd.; 1994. p. 317-25.
65. Albrektsson T, Isidor F. Consensus report of session IV. In: Lang NP, Karring T, editor. *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology.* London: Quintessence Publishing Co., Ltd.; 1994. p. 365-9.
66. Mombelli A, Lang NP. Clinical parameters for the evaluation of dental implants. *Periodontol 2000.* 1994 Feb;4:81-6.
67. Bergman B. Evaluation of the results of treatment with osseointegrated implants by the Swedish National Board of Health and Welfare. *J Prosthet Dent.* 1983 Jul;50(1):114-5.
68. Schnitman PA, Shulman LB. Recommendations of the consensus development conference on dental implants. *J Am Dent Assoc.* 1979 Mar;98(3):373-7.
69. Adell R. Tissue integrated prostheses in clinical dentistry. *Int Dent J.* 1985 Dec;35(4):259-65.
70. Albrektsson T. A multicenter report on osseointegrated oral implants. *J Prosthet Dent.* 1988 Jul;60(1):75-84.
71. Smith DE, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent.* 1989 Nov;62(5):567-72.

72. National Institutes of Health Consensus Development Conference statement on dental implants June 13-15, 1988. *J Dent Educ.* 1988 Dec;52(12):824-7.
73. Branemark PI, Breine U, Johansson B, Roylance PJ, Rockert H, Yoffey Jm. Regeneration of bone marrow. *Acta Anat* 59 (1964) 1-46.
74. Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A. Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 3 (1969) 81-100.
75. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 11:suppl. 16 (1977) 1-132.
76. Weiss CM. A comparative analysis of fibro-osteal and osteal integration and other variables that affect long term bone maintenance around dental implants. *J Oral Implantol* 13 (1987) 467-487.
77. Schroeder A, van der Zypen E, Stich H, Suterr F. The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg* 9 (1981) 15-25.
78. Mish CE (ed.). "Implantología contemporánea". Mosby/Doyma Libros, Madrid (1995).
79. Williams DF (ed.). Definitions in biomaterials: Proceeding of a Consensus Conference of the European Society for Biomaterials, Chester. Progress in Biomedical Engineering. Elsevier, Amsterdam (1987).
80. Breme J, Biehl V. Metallic biomaterials. En "Handbook of Biomaterials Properties"; eds. Black J, Hastings G. Chapman & Hall, London (1998), p.135.
81. Cao W, Hech LL. Bioactive materials. *Ceram Int* 22 (1996) 493-507.
82. Kokubo T, Miyaji F, Kim HM. Spontaneous formation of bonelike apatite layer on chemically treated titanium metals. *J Am Ceram Soc* 79 (1996) 1127-1129.
83. Kokubo T, Miyaji F, Kim HM, Nakamura T. Bonding strength of bonelike apatite layer to Ti metal substrate. *J Biomed Mater Res (Appl Biomater)* 38 (1997) 121-127.
84. Braucker HJ, Carr-Brendel VE, Martinson LA, Crudele J, Johnston WD, Johnson RC. Neovascularization of synthetic membranes directed by membrane microarchitecture. *J Biome Mater Res* 29 (1995) 1517-1524.
85. Gottlander M. On hard tissue reactions to hydroxyapatite-coated implants. Tesis doctoral. Grupo de biomaterials, Instituto de Ciencias Quirúrgicas, University of Göteborg, Göteborg (1994).
86. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium

- implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 25 (1991) 889-902.
87. Liao H, Fartash B, Liu J. Stability of hydroxyapatite-coatings on titanium oral implants (IMZ). 2 retrieve cases. *Clinical Oral Impl Res* 8 (1997) 68-72.
88. Buser d, von Arx T, ten Bruggenkate C, Weingart D. Basis surgical principles with ITI implantes. *Clin Oral Impl Res* 2000;11:59..
89. Johansson C.B., Wenneberg A., Han C-H., Albrektsson T. Aquantitative comparison of titanium implants, en Fifth World Biomaterials Congress, Toronto June 1996, p.478.
90. Bowers K.T., Keller J.C., Michaels C.M. Optimizacion of surface micromorphology for enhanced osteoblast response in vitro. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:302.
91. Groessner-Schreiber B., Tuan R.S. Enhanced extracellular matrix production and mineralization by osteoblasts cultured on titanium surfaces in vitro. *J Cell Sci* 1992;101:209.
92. Stein GS, Lian JB, Montecino M, van Weijnen AJ, Stein JL, Javed A, Zaidi K. Involvement of nuclear architecture in regulating gene expression in bone cells. En "Principles of Bone Biology"; eds. Bilezikian JP; Raisz LG, Rodan GA. Academic Press, San Diego (1996) pp.51.
93. Boyan BD, Dean DD, Lohmann CH, Cochran DL, Sylvia VL, Schwartz Z. The Titanium Bone-Cell Interface In vitro: The Role of the Surface in Promoting Osseointegration. En "Titanium in Medicine: material science, surface science, engineering, biological responses and medical applications"; eds. Brunette DM, Tengvall P, Textor M, Thomsen P. Springer Verlag, Berlin (2001), p.561-586.
94. Schwartz Z, Martin JY, Dean DD, Simpson J, Cochran DL, Boyan BD. Effect of titanium surface roughness on chondrocyte proliferation, matrix production, and differentiation depends on the state of cell maturation. *J Biomed Mater Res* 30 (1996) 145-155.
95. Turksen K, Aubin JE. Positive and negative immunoselection for enrichment of two classes of osteoprogenitor cells. *J Cell Biol* 114 (1991) 373-384.
96. Valagao AP, CAtarino A, Vieira BJ, Norde W. Bovine serum albumin adsorption on titania surfaces and its relation to wettability aspects. *J Biomed Mater Res* 46 (1999) 376.
97. Morton D,"Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants", ITI Treatment guide. *Loading implant dentistry*;2:5-11,2008.
98. Rangert B, Sennerb L, Aparicio C, "Immediate/early loading of dental implants: a report from the Sociedad Española de Implantes World Congress consensus meeting in Barcelona, Spain, 2002, "Clin implant Dent Relat Res;5:57-60,2003.

99. Morton D, Weber HP, Cochran D, "Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants, "Int J Oral Maxillofac Implants; 19:109-113,2004.
100. Fenner M, Nkenke E, "Indications for immediate loading of implants and implant success", Clin Oral Implants Res; 17:19-34,2006.
101. Grusovin MG, Willings M, Coulthard P, Worthington HV, Esposito M, "Interventions for replacing missing teeth; different times for loading dental implants"; Cochrane Database of Systematic Reviews, 2007.
102. Leblebicioglu B, Rawal S, Mariotti A. A review of the functional and esthetic requirements for dental implants. J Am Dent Assoc. 2007 Mar;138(3):321-9.
103. Caton J, Nyman S. Histometric evaluation of periodontal surgery. III. The effect of bone resection on the connective tissue attachment level. J Periodontol. 1981 Aug;52(8):405-9.
104. Jung YC, Han CH, Lee KW. A 1-year radiographic evaluation of marginal bone around dental implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 1996;11:811-8.
105. Fourmiosis L, Bragger U. Radiographic interpretation of peri-implant structures. In: Lang NP, Lindhe J, editor. Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology. Chicago: Quintessence; 1999. p. 228-36.
106. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. J Periodontol. 1997 Nov;68(11):1117-30.
107. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic Width around one- and two-piece titanium implants. Clin Oral Implants Res. 2001 Dec;12(6):559-71.
108. Luongo R, Traini T, Guidone PC, Bianco G, Cocchetto R, Celletti R. Hard and soft tissue responses to the platform-switching technique. Int J Periodontics Restorative Dent. 2008 Dec;28(6):551-7.
109. Adell R, Lekholm U, Grondahl K, Branemark PI, Lindstrom J, Jacobsson M. Reconstruction of severely resorbed edentulous maxillae using osseointegrated fixtures in immediate autogenous bone grafts. Int J Oral Maxillofac Implants. 1990 Fall;5(3):233-46.
110. Pilliar RM, Deporter DA, Watson PA, Valiquette N. Dental implant design--effect on bone remodeling. J Biomed Mater Res. 1991 Apr;25(4):467-83.
111. Kitamura E, Stegaroiu R, Nomura S, Miyakawa O. Biomechanical aspects of marginal bone resorption around osseointegrated implants: considerations based on a three-dimensional finite element analysis. Clin Oral Implants Res. 2004 Aug;15(4):401-12.
112. Todescan FF, Pustiglioni FE, Imbronito AV, Albrektsson T, Gioso M. Influence of the microgap in the peri-implant hard and soft tissues: a

- histomorphometric study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002 Jul-Aug;17(4):467-72.
113. Natali AN, Pavan PG, Ruggero AL. Analysis of bone-implant interaction phenomena by using a numerical approach. *Clin Oral Implants Res*. 2006 Feb;17(1):67-74.
114. Kozlovsky A, Tal H, Laufer BZ, Leshem R, Rohrer MD, Weinreb M, et al. Impact of implant overloading on the peri-implant bone in inflamed and noninflamed peri-implant mucosa. *Clin Oral Implants Res*. 2007 Oct;18(5):601-10.
115. Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. Soft tissue response to plaque formation at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res*. 1998 Apr;9(2):73-9.
116. Oh TJ, Yoon J, Misch CE, Wang HL. The causes of early implant bone loss: myth or science? *J Periodontol*. 2002 Mar;73(3):322-33.
117. Jansen VK, Conrads G, Richter EJ. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997 Jul- Aug;12(4):527-40.
118. Albrektsson T, Zarb GA. The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: A 3-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1987;2:91-100.
119. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res*. 1991 Apr-Jun;2(2):81-90.
120. Sanz M, Alandez J, Lazaro P, Calvo JL, Quirynen M, van Steenberghe D. Histo-pathologic characteristics of peri-implant soft tissues in Branemark implants with 2 distinct clinical and radiological patterns. *Clin Oral Implants Res*. 1991 Jul-Sep;2(3):128-34.
121. Quirynen M, van Steenberghe D. Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res*. 1993 Sep;4(3):158-61.
122. Persson LG, Lekholm U, Leonhardt A, Dahlen G, Lindhe J. Bacterial colonization on internal surfaces of Branemark system implant components. *Clin Oral Implants Res*. 1996 Jun;7(2):90-5.
123. Hammerle CH, Bragger U, Burgin W, Lang NP. The effect of subcrestal placement of the polished surface of ITI implants on marginal soft and hard tissues. *Clin Oral Implants Res*. 1996 Jun;7(2):111-9.
124. Guindy JS, Besimo CE, Besimo R, Schiel H, Meyer J. Bacterial leakage into and from prefabricated screw-retained implant-borne crowns in vitro. *J Oral Rehabil*. 1998 Jun;25(6):403-8.
125. Gross M, Abramovich I, Weiss EI. Microleakage at the abutment-implant interface of osseointegrated implants: a comparative study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999 Jan-Feb;14(1):94-100.

126. Callan DP, O'Mahony A, Cobb CM. Loss of crestal bone around dental implants: a retrospective study. *Implant Dent.* 1998;7(4):258-66.
127. Sarment DP, Meraw SJ. Biological space adaptation to implant dimensions. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008 Jan-Feb;23(1):99-104.
128. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol.* 2000 Apr;71(4):546-9.
129. Hermann JS, Schoolfield JD, Nummikoski PV, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants: a methodologic study comparing linear radiographic with histometric measurements. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001 Jul-Aug;16(4):475-85.
130. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol.* 2001 Oct;72(10):1372-83.
131. Piattelli A, Vrespa G, Petrone G, Lezzi G, Annibali S, Scarano A. Role of the microgap between implant and abutment: A retrospective histologic evaluation in monkeys. *J Periodontol.* 2003;74:346-52.
132. Alomrani AN, Hermann JS, Jones AA, Buser D, Schoolfield J, Cochran DL. The effect of a machined collar on coronal hard tissue around titanium implants: a radiographic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005 Sep-Oct;20(5):677-86.
133. Manz MC. Factors associated with radiographic vertical bone loss around implants placed in a clinical study. *Ann Periodontol.* 2000 Dec;5(1):137-51.
134. Cardaropoli G, Lekholm U, Wennstrom JL. Tissue alterations at implantsupported single-tooth replacements: a 1-year prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res.* 2006 Apr;17(2):165-71.
135. Jung RE, Jones AA, Higginbottom FL, Wilson TG, Schoolfield J, Buser D, et al. The influence of non-matching implant and abutment diameters on radiographic crestal bone levels in dogs. *J Periodontol.* 2008 Feb;79(2):260-70.
136. Broggini N, McManus LM, Hermann JS, Medina R, Schenk RK, Buser D, et al. Peri-implant inflammation defined by the implant-abutment interface. *J Dent Res.* 2006 May;85(5):473-8.
137. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl.* 1977;16:1-132.
138. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg.* 1981 Dec;10(6):387-416.

139. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004 Mar-Apr;19(2):228-31.
140. Waitzman AA, Posnick JC, Armstrong DC, Pron GE. Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: Part I. Accuracy and reproducibility. *Cleft Palate Craniofac J*. 1992 Mar;29(2):112-7.
141. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol*. 2004 Sep;33(5):291-4.
142. De Smet E, Jacobs R, Gijbels F, Naert I. The accuracy and reliability of radiographic methods for the assessment of marginal bone level around oral implants. *Dentomaxillofac Radiol*. 2002 May;31(3):176-81.
143. Khocht A, Janal M, Harasty L, Chang KM. Comparison of direct digital and conventional intraoral radiographs in detecting alveolar bone loss. *J Am Dent Assoc*. 2003 Nov;134(11):1468-75.
144. Hollender L, Rockler B. Radiographic evaluation of osseointegrated implants of the jaws. Experimental study of the influence of radiographic techniques on the measurement of the relation between the implant and bone. *Dentomaxillofac Radiol*. 1980;9(2):91-5.
145. Jeffcoat MK, Jeffcoat RL, Williams RC. A new method for the comparison of bone loss measurements on non-standardized radiographs. *J Periodontal Res*. 1984 Jul;19(4):434-40.
146. Stevens PM. Radiographic distortion of bones: a marker study. *Orthopedics*. 1989 Nov;12(11):1457-63.
147. Benn DK. Estimating the validity of radiographic measurements of marginal bone height changes around osseointegrated implants. *Implant Dent*. 1992 Spring;1(1):79-83.
148. Choi YG, Kim YK, Eckert SE, Shim CH. Cross-sectional study of the factors that influence radiographic magnification of implant diameter and length. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004 Jul-Aug;19(4):594-6.
149. Webber RI, Ruttimann UE, Groenhuis RAJ. Computer correction of projected distortions in dental radiographs. *Journal of Dental Research* 1984;63:1032-6.
150. Cox JF, Pharoah M. An alternative holder for radiographic evaluation of tissue-integrated prostheses. *J Prosthet Dent*. 1986 Sep;56(3):338-41.
151. Sewerin IP. Errors in radiographic assessment of marginal bone height around osseointegrated implants. *Scand J Dent Res*. 1990 Oct;98(5):428-33.
152. Sewerin IP. Estimation of angulation of Branemark titanium fixtures from radiographic thread images. *Clin Oral Implants Res*. 1991 Jan-Mar;2(1):20-3.

153. Aken JV. Optimum conditions for intraoral roentgenograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1969;27:428-33.
154. Quirynen M, van Steenberghe D, Jacobs R, Schotte A, Darius P. The reliability of pocket probing around screw-type implants. *Clin Oral Implants Res.* 1991 Oct-Dec;2(4):186-92.
155. Schulze RK, d'Hoedt B. Mathematical analysis of projection errors in "paralleling technique" with respect to implant geometry. *Clin Oral Implants Res.* 2001 Aug;12(4):364-71.
156. Benkow H. Periodisk-identiske og stereoskopiske intraorale røntgenopptak. *Dent Norske Tannlaege Tidende.* 1956;66:239-55.
157. Larheim TA, Eggen S. Measurements of alveolar bone height at tooth and implant abutments on intraoral radiographs. A comparison of reproducibility of Eggen technique utilized with and without a bite impression. *J Clin Periodontol.* 1982 May;9(3):184-92.
158. Weber HP, Buser D, Fiorellini JP, Williams RC. Radiographic evaluation of crestal bone levels adjacent to nonsubmerged titanium implants. *Clin Oral Implants Res.* 1992 Dec;3(4):181-8.
159. Mayfield L, Skoglund A, Nobreus N, Attstrom R. Clinical and radiographic evaluation, following delivery of fixed reconstructions, at GBR treated titanium fixtures. *Clin Oral Implants Res.* 1998 Oct;9(5):292-302.
160. Norton MR. Marginal bone levels at single tooth implants with a conical fixture design. The influence of surface macro- and microstructure. *Clin Oral Implants Res.* 1998 Apr;9(2):91-9.
161. Naert I, Gizani S, Vuylsteke M, van Steenberghe D. A 5-year randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants in the mandibular overdenture therapy. Part I: Peri-implant outcome. *Clin Oral Implants Res.* 1998 Jun;9(3):170-7.
162. Benn DK. A review of the reliability of radiographic measurements in estimating alveolar bone changes. *J Clin Periodontol.* 1990 Jan;17(1):14-21.
163. Moberg LE, Kondell PA, Kullman L, Heimdahl A, Gynther GW. Evaluation of single-tooth restorations on ITI dental implants. A prospective study of 29 patients. *Clin Oral Implants Res.* 1999 Feb;10(1):45-53.
164. Larheim TA, Eggen S. Determination of tooth length with a standardized paralleling technique and calibrated radiographic measuring film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1979 Oct;48(4):374-8.
165. Hausmann E, Allen K, Dunford R, Christersson L. A reliable 134 computerized method to determine the level of the radiographic alveolar crest. *J Periodontal Res.* 1989 Nov;24(6):368-9.
166. Bragger U, Hafeli U, Huber B, Hammerle CH, Lang NP. Evaluation of postsurgical crestal bone levels adjacent to non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 1998 Aug;9(4):218-24.

167. Schroeder A, Pohler O, Sutter F. Tissue reaction to an implant of a titanium hollow cylinder with a titanium surface spray layer. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd.* 1976 Jul;86(7):713-27.
168. Schroeder A, Stich H, Straumann F, Sutter F. The accumulation of osteocementum around a dental implant under physical loading. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd.* 1978 Oct;88(10):1051-8.
169. Schroeder A, van der Zypen E, Stich H, Sutter F. The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg.* 1981 Feb;9(1):15-25.
170. Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3(2):81-100.
171. Albrektsson T, Sennerby L. State of the art in oral implants. *J Clin Periodontol.* 1991 Jul;18(6):474-81.
172. Ruggeri A, Franchi M, Marini N, Trisi P, Piatelli A. Supracrestal circular collagen fiber network around osseointegrated nonsubmerged titanium implants. *Clin Oral Implants Res.* 1992 Dec;3(4):169-75.
173. Ruggeri A, Franchi M, Trisi P, Piattelli A. Histological and ultrastructural findings of gingival circular ligament surrounding osseointegrated nonsumerged loaded titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:636-43.
174. Babbush CA, Kent JN, Misiek DJ. Titanium plasma-sprayed (TPS) screw implants for the reconstruction of the edentulous mandible. *J Oral Maxillofac Surg.* 1986 Apr;44(4):274-82.
175. Cox JF, Zarb GA. The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: a 3-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1987 Spring;2(2):91-100.
176. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Branemark PI, Jemt T. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990 Winter;5(4):347-59.
177. Ten Bruggenkate CM, Muller K, Oosterbeek HS. Clinical evaluation of the ITI (F-type) hollow cylinder implant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990 Dec;70(6):693-7.
178. Buser D, Weber HP, Bragger U, Balsiger C. Tissue integration of onstage ITI implants: 3-year results of a longitudinal study with Hollow-Cylinder and Hollow-Screw implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991 Winter;6(4):405-12.
179. Schmitt A, Zarb GA. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants for single-tooth replacement. *Int J Prosthodont.* 1993 Mar-Apr;6(2):197-202.
180. Laney WR, Jemt T, Harris D, Henry PJ, Krogh PH, Polizzi G, et al. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: progress report from a multicenter prospective study after 3 years. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1994 Jan-Feb;9(1):49-54.

181. Mericske-Stern R, Steinlin Schaffner T, Marti P, Geering AH. Peri-implant mucosal aspects of ITI implants supporting overdentures. A five-year longitudinal study. *Clin Oral Implants Res.* 1994 Mar;5(1):9-18.
182. Jemt T, Lekholm U. Implant treatment in edentulous maxillae: a 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995 May-Jun;10(3):303-11.
183. Behneke A, Behneke N, Wagner W. Klinische Ergebnisse mit transgingival inserierten enossalen Implantaten (Bonefit-System). *Z Zahnärztl Implantol.* 1992;8:97-102.
184. Gotfredsen K, Rostrup E, Hjorting-Hansen E, Stoltze K, Budtz-Jorgensen E. Histological and histomorphometrical evaluation of tissue reactions adjacent to endosteal implants in monkeys. *Clin Oral Implants Res.* 1991 Jan-Mar;2(1):30-7.
185. Buser D, Weber HP, Donath K, Fiorellini JP, Paquette DW, Williams RC. Soft tissue reactions to non-submerged unloaded titanium implants in beagle dogs. *J Periodontol.* 1992 Mar;63(3):225-35.
186. Weber HP, Buser D, Donath K, Fiorellini JP, Doppalapudi V, Paquette DW, et al. Comparison of healed tissues adjacent to submerged and nonsubmerged unloaded titanium dental implants. A histometric study in beagle dogs. *Clin Oral Implants Res.* 1996 Mar;7(1):11-9.
187. Buser D, Stich H, Krekeler G, Schroeder A. Faserstrukturen der priimplantären Mukosa bei Titanimplantaten. Eine tierexperimentelle Studie am Beagle-Hund. *Z Zahnärztl Implantol.* 1989;5:15-23.
188. Gottlieb B. Der Epithelansatz am Zahne. *Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde.* 1921;5:142-7.
189. Orban B, Mueller E. The gingival crevice. *J Am Dent Assoc.* 1929;16:1206-42.
190. Waerhaug J. The gingival pocket; anatomy, pathology, deepening and elimination. *Odontol Tidskr.* 1952;60(Suppl 1):1-186; 70.
191. Orban B, Bhatia H, Kollar JA, Wentz FM. The epithelial attachment (the attached epithelial cuff). *J Periodontol.* 1956;27:167-80.
192. Sicher H. Changing concepts of the supporting dental structures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959 Jan;12(1):31-5.
193. Gargiulo AW, Wentz F, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol.* 1961;32:261-7.
194. Pennel BM, King KO, Wilderman MN, Barron JM. Repair of the alveolar process following osseous surgery. *J Periodontol.* 1967 Sep-Oct;38(5):426-31.
195. Bjorn AL, Bjorn H, Grkovic B. Marginal fit of restorations and its relation to peridontal bone level. I. Metal fillings. *Odontol Revy.* 1969;20(3):311-21.

196. Karlsen K. Gingival reactions to dental restorations. *Acta Odontol Scand.* 1970 Dec;28(6):895-904.
197. Levine HL, Stahl SS. Repair following periodontal flap surgery with the retention of gingival fibers. *J Periodontol.* 1972 Feb;43(2):99-103.
198. Dragoo MR, Williams GB. Periodontal tissue reactions to restorative procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1981 Apr;1(1):8-23.
199. Wilson RD, Maynard G. Intracrevicular restorative dentistry. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1981;1(4):34-49.
200. Van der Velden U. Regeneration of the interdental soft tissues following denudation procedures. *J Clin Periodontol.* 1982 Nov;9(6):455-9.
201. Pama-Benfenati S, Fugazzotto PA, Ferreira PM, Ruben MP, Kramer GM. The effect of restorative margins on the postsurgical development and nature of the periodontium. Part II. Anatomical considerations. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1986;6(1):64-75.
202. Oakley E, Rhyu IC, Karatzas S, Gandini-Santiago L, Nevins M, Caton J. Formation of the biologic width following crown lengthening in nonhuman primates. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1999 Dec;19(6):529-41.
203. Ingber JS, Rose LF, Coslet JG. The "biologic width"--a concept in periodontics and restorative dentistry. *Alpha Omegan.* 1977 Dec;70(3):62-5.
204. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol.* 1992 Dec;63(12):995-6.
205. Bragger U, Lauchenauer D, Lang NP. Surgical lengthening of the clinical crown. *J Clin Periodontol.* 1992 Jan;19(1):58-63.
206. Vacek JS, Gher ME, Assad DA, Richardson AC, Giambarresi LI. The dimensions of the human dentogingival junction. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1994 Apr;14(2):154-65.
207. Kois J. Altering gingival levels: The restorative connection, Part I: Biologic variables. *J Esthet Dent.* 1994;6:3-9.
208. Listgarten MA, Buser D, Steinemann SG, Donath K, Lang NP, Weber HP. Light and transmission electron microscopy of the intact interfaces between nonsubmerged titanium-coated epoxy resin implants and bone or gingiva. *J Dent Res.* 1992 Feb;71(2):364-71.
209. Bengazi F, Wennstrom JL, Lekholm U. Recession of the soft tissue margin at oral implants. A 2-year longitudinal prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 1996 Dec;7(4):303-10.
210. James RA. Peri-implant considerations. *Dent Clin North Am.* 1980 Jul;24(3):415-20.
211. Hansson HA, Albrektsson T, Branemark PI. Structural aspects of the interface between tissue and titanium implants. *J Prosthet Dent.* 1983 Jul;50(1):108-13.

212. McKinney RV, Steflik DE, Koth DL. Evidence for a junctional epithelial attachment to ceramic dental implants. A transmission electron microscopic study. *J Periodontol.* 1985 Oct;56(10):579-91.
213. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennstrom J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 1996 Sep;7(3):212-9.
214. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol.* 1996 Oct;23(10):971-3.
215. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implantogingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontol.* 1997 Feb;68(2):186-98.
216. Abrahamsson I, Berglundh T, Moon IS, Lindhe J. Peri-implant tissues at submerged and non-submerged titanium implants. *J Clin Periodontol.* 1999 Sep;26(9):600-7.
217. Cochran D, Simpson J, Weber H. Attachment and growth of periodontal cells on smooth and rough titanium. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1994;9:289-96.
218. Lindhe J, editor. *Periodontología Clínica e Implantología Odontológica.* Madrid: Editorial Médica Paraamericana S.A; 2000.
219. Berglundh T, Lindhe J, Jonsson K, Ericsson I. The topography of the vascular systems in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *J Clin Periodontol.* 1994 Mar;21(3):189-93.
220. Lindhe J, Karring T. Anatomy of the periodontium. In: Lindhe J, Karring T, Lang NP, editor. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, 3rd ed. Copenhagen: Munksgaard; 1998. p. 19-68.
221. Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part I. Technique and wound healing. *Compend Contin Educ Dent.* 1983 Sep-Oct;4(5):437-53.
222. Palacci P, Ericsson I. Anterior maxilla classification. In: Palacci P, Ericsson I, editor. *Esthetic implant dentistry: Soft and hard tissue management.* Chicago: Quintessence; 2001. p. 89-100.
223. Jemt T. Regeneration of gingival papillae after single-implant treatment. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1997 Aug;17(4):326-33.
224. Olsson M, Lindhe J. Periodontal characteristics in individuals with varying form of the upper central incisors. *J Clin Periodontol.* 1991 Jan;18(1):78-82.
225. Nemcovsky CE, Moses O, Artzi Z. Interproximal papillae reconstruction in maxillary implants. *J Periodontol.* 2000 Feb;71(2):308-14.
226. Furhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res.* 2005 Dec;16(6):639-44.

227. Grunder U. Stability of the mucosal topography around single-tooth implants and adjacent teeth: 1-year results. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2000 Feb;20(1):11-7.
228. Lee DW, Kim CK, Park KH, Cho KS, Moon IS. Non-invasive method to measure the length of soft tissue from the top of the papilla to the crestal bone. *J Periodontol.* 2005 Aug;76(8):1311-4.
229. Choquet V, Hermans M, Adriaenssens P, Daelemans P, Tarnow DP, Malevez C. Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants. A retrospective study in the maxillary anterior region. *J Periodontol.* 2001 Oct;72(10):1364-71.
230. Olsson M, Lindhe J, Marinello CP. On the relationship between crown form and clinical features of the gingiva in adolescents. *J Clin Periodontol.* 1993 Sep;20(8):570-7.
231. Ryser MR, Block MS, Mercante DE. Correlation of papilla to crestal bone levels around single tooth implants in immediate or delayed crown protocols. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005 Aug;63(8):1184-95.
232. Tarnow D, Elian N, Fletcher P, Froum S, Magner A, Cho SC, et al. Vertical distance from the crest of bone to the height of the interproximal papilla between adjacent implants. *J Periodontol.* 2003 Dec;74(12):1785-8.
233. Scarano A, Assenza B, Piattelli M, Thams U, San Roman F, Favero GA, et al. Interimplant distance and crestal bone resorption: a histologic study in the canine mandible. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2004;6(3):150-6.
234. Gastaldo JF, Cury PR, Sendyk WR. Effect of the vertical and horizontal distances between adjacent implants and between a tooth and an implant on the incidence of interproximal papilla. *J Periodontol.* 2004 Sep;75(9):1242-6.
235. Lee DW, Park KH, Moon IS. Dimension of interproximal soft tissue between adjacent implants in two distinctive implant systems. *J Periodontol.* 2006 Jun;77(6):1080-4.
236. Lee DW, Park KH, Moon IS. Dimension of keratinized mucosa and the interproximal papilla between adjacent implants. *J Periodontol.* 2005 Nov;76(11):1856-60.
237. Muller HP, Heinecke A, Schaller N, Eger T. Masticatory mucosa in subjects with different periodontal phenotypes. *J Clin Periodontol.* 2000 Sep;27(9):621-6.
238. Ellegaard B, Baelum V, Karring T. Implant therapy in periodontally compromised patients. *Clin Oral Implants Res.* 1997 Jun;8(3):180-8.
239. Keith SE, Miller BH, Woody RD, Higginbottom FL. Marginal discrepancy of screw-retained and cemented metal-ceramic crowns on implants abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999 May-Jun;14(3):369-78.

240. Eckert SE, Choi YG, Sanchez AR, Koka S. Comparison of dental implant systems: quality of clinical evidence and prediction of 5-year survival. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005 May-Jun;20(3):406-15.
241. Wilderman MN, Pennel BM, King K, Barron JM. Histogenesis of repair following osseous surgery. *J Periodontol*. 1970 Oct;41(10):551-65.
242. Moghaddas H, Stahl SS. Alveolar bone remodeling following osseous surgery. A clinical study. *J Periodontol*. 1980 Jul;51(7):376-81.
243. Nevins M, Skurow HM. The intracrevicular restorative margin, the biologic width, and the maintenance of the gingival margin. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1984;4(3):30-49.
244. Pontes AE, Ribeiro FS, da Silva VC, Margonar R, Piattelli A, Cirelli JA, et al. Clinical and radiographic changes around dental implants inserted in different levels in relation to the crestal bone, under different restoration protocols, in the dog model. *J Periodontol*. 2008 Mar;79(3):486-94.
245. Hanggi MP, Hanggi DC, Schoolfield JD, Meyer J, Cochran DL, Hermann JS. Crestal bone changes around titanium implants. Part I: A retrospective radiographic evaluation in humans comparing two non-submerged implant designs with different machined collar lengths. *J Periodontol*. 2005 May;76(5):791-802
246. Hoshaw SJ, Fyhrie DP, Takano Y, Burr DB, Milgrom C. A method suitable for in vivo measurement of bone strain in humans. *J Biomech*. 1997 May;30(5):521-4.
247. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2006 Feb;26(1):9-17.
248. Ericsson I, Persson LG, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J, Klinge B. Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. *J Clin Periodontol*. 1995 Mar;22(3):255-61.
249. Hermann F, Lerner H, Palti A. Factors influencing the preservation of the periimplant marginal bone. *Implant Dent*. 2007 Jun;16(2):165-75.
250. Chou CT, Morris HF, Ochi S, Walker L, DesRosiers D. AICRG, Part II: Crestal bone loss associated with the Ankylos implant: loading to 36 months. *J Oral Implantol*. 2004;30(3):134-43.
251. Evans CD, Chen ST. Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clin Oral Implants Res*. 2008 Jan;19(1):73-80.
252. Barbier L, Schepers E. Adaptive bone remodeling around oral implants under axial and nonaxial loading conditions in the dog mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997 Mar-Apr;12(2):215-23.
253. Wiskott HW, Belser UC. Lack of integration of smooth titanium surfaces: a working hypothesis based on strains generated in the surrounding bone. *Clin Oral Implants Res*. 1999 Dec;10(6):429-44.

254. Duyck J, Van Oosterwyck H, Vander Sloten J, De Cooman M, Puers R, Naert I. Influence of prosthesis material on the loading of implants that support a fixed partial prosthesis: in vivo study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2000;2(2):100-9.
255. Gottfredsen K, Berglundh T, Lindhe J. Bone reactions adjacent to titanium implants subjected to static load of different duration. A study in the dog (III). *Clin Oral Implants Res.* 2001 Dec;12(6):552-8.
256. Misch CE, Bidez MW, Sharawy M. A bioengineered implant for a predetermined bone cellular response to loading forces. A literature review and case report. *J Periodontol.* 2001 Sep;72(9):1276-86.
257. Joly JC, de Lima AF, da Silva RC. Clinical and radiographic evaluation of soft and hard tissue changes around implants: A pilot study. *J Periodontol.* 2003 Aug;74(8):1097-103.
258. Hammerle C, Bragger U, Burgin W, Lang N. The effect of subcrestal placement of the polished surface of ITI implants on marginal soft and hard tissues. *Clin oral Impl Res* 1996;7:111-119.
259. Tan WC, Lang NP, Schmidlin K, Zwahlen M, Pjetursson BE. The effect of different implant neck configurations on soft and hard tissue healing: a randomized-controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2011 Jan;22(1):14-9.
260. Todescan FF, Pustiglioni FE, Imbronito AV, Albrektsson T, Gioso M. Influence of the microgap in the peri-implant hard and soft tissues: a histomorphometric study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002 Jul-Aug;17(4):467-72.
261. Weber H, Buser D, Fiorellini J, Williams R. Radiographic evaluation of crestal bone levels adjacent to nonsubmerged titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:181-188.
262. Alomrani AN, Hermann JS, Jones AA, Buser D, Schoolfield J, Cochran DL. The effect of a machined collar on coronal hard tissue around titanium implants: A radiographic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005 Sep-Oct;20(5):677-86.
263. Hermann JS, Jones AA, Bakaeen LG, Buser D, Schoolfield JD, Cochran DL. Influence of a machined collar on crestal bone changes around titanium implants: a histometric study in the canine mandible. *J Periodontol.* 2011 Sep;82(9):1329-38.
264. al-Sayyed A, Deporter DA, Pilliar RM, Watson PA, Pharoah M, Berhane K, Carter S. Predictable crestal bone remodelling around two porous-coated titanium alloy dental implant designs. A radiographic study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 1994 Sep;5(3):131-41.

265. Deporter D, Al-Sayyed A, Pilliar RM, Valiquette N. "Biologic width" and crestal bone remodeling with sintered porous-surfaced dental implants: a study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008 May-Jun;23(3):544-50.
266. Schwarz F, Herten M, Bieling K, Becker J. Crestal bone changes at nonsubmerged implants (Camlog) with different machined collar lengths: a histomorphometric pilot study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008 Mar-Apr;23(2):335-42.
267. Book K, Friberg B, Jemt, Sennerby L, Meredith N, "Resonance Frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of the resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla," *Clin Oral Impl Res*; 8: 226-233, 1997.
268. Sennerby L, Meredith N, Rée A, Lundgren A, Gottlow J, Hämmerle CH, Glauser R, "Resonance frequency analysis of implants subjected to immediate or early functional occlusal loading. Successful vs. failing implants," *Clin Oral Implants Res*; 15: 428-434, 2004.
269. Alleyne D, Cawley P, Meredith N, "Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis" *Clin Oral Implants Res*; 7: 216-217, 1996.
270. Shagaldi F, Alleyne D, Sennerby L, Cawly P, Meredith N, "The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia," *Clin Oral Implants Res*; 8: 234-243, 1997.
271. Meredith N, Sennerby L, "Resonance frequency analysis: measuring implant stability and osseointegration," *Compendium*; 19: 493, 1998.
272. Sennerby L, Linden B, Gröndahl K, Lekholm U, Friberg B, "Stability measurements of one-stage Brånemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study," *Int J Oral Maxillofac Surg*; 28: 266-272, 1999.
273. Zix J, Hug S, Kessler-Liechti G, Mericske-Stern R. Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis and damping capacity assessment: comparison of both techniques in a clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:525-530.
274. Ostman PO, Hellman M, Wendelhag I, Sennerby L. Resonance frequency analysis measurements of implants at placement surgery. *Int J Prosthodont*. 2006 Jan-Feb;19(1):77-83.
275. Ersanli S, Karabuda C, Beck F, Leblebicioglu B. Resonance frequency analysis of one-stage dental implant stability during the osseointegration period. *J Periodontol*; 2005;76: 1066-1071.

276. Balshi SF, Allen FD, Wolfinger GJ, Balshi TJ. A resonance frequency analysis assessment of maxillary and mandibular immediately loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005 Jul-Aug;20(4):584-94.
277. Barewal RM, Oates TW, Meredith N, Cochran DL. Resonance frequency measurement of implant stability in vivo on implants with a sandblasted and acid-etched surface. *Int J oral Maxillofac Implants* 2003;18:641-651.
278. Güncü MB, Aslan Y, Tümer C, Güncü GN, Uysal S. In-patient comparison of immediate and conventional loaded implants in mandibular molar sites within 12 months. *Clin Oral Implants Res*. 2008 Apr;19(4):335-41
279. Nedir R, Bischof M, Szmukler-Moncler S, Bernard JP, Samson J. Predicting osseointegration by means of implant primary stability. *Clin Oral Implants Res*. 2004 Oct;15(5):520-8.
280. Boronat López A, Balaguer Martínez J, Lamas Pelayo J, Carrillo García C, Peñarrocha Diago M. Resonance frequency analysis of dental implant stability during the healing period. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2008 Apr 1;13(4):E244-7.