



Universidad
Zaragoza



RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD ÓSEA DE LOS MAXILARES Y EL REGISTRO DE ESTABILIDAD DE IMPLANTES DENTALES MEDIANTE ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE RESONANCIA

DIRECTOR:

- PROFA. DRA. CRISTINA PASTOR OLIVER

AUTOR: ESTEBAN PÉREZ PEVIDA

**MÁSTER EN INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN MEDICINA
TRABAJO FIN DE MÁSTER**

ÍNDICE

- Introducción.....	Pág 2
○ Introducción general	
○ Historia de la implantología	
○ Concepto de osteointegración	
○ Importancia del hueso disponible	
○ Valoración de la densidad ósea	
○ Valoración de la estabilidad de implantes dentales	
○ Análisis de frecuencia de resonancia	
- Justificación.....	Pág 11
- Hipótesis.....	Pág 11
- Pacientes y métodos.....	Pág 12
- Resultados.....	Pág 17
- Discusión.....	Pág 30
- Conclusiones.....	Pág 33
- Bibliografía.....	Pág 34

1. INTRODUCCION-

1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La introducción de los implantes en la odontología permitió a los odontólogos 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 implanto soportada posible. Más adelante se desarrollaron numerosos procedimientos destinados a reparar y regenerar el hueso perdido en el proceso alveolar (1,2), que pusieron de manifiesto la importancia del conocimiento de la anatomía y fisiología del hueso en la incorporación y posterior éxito de este tipo de procedimientos (3).

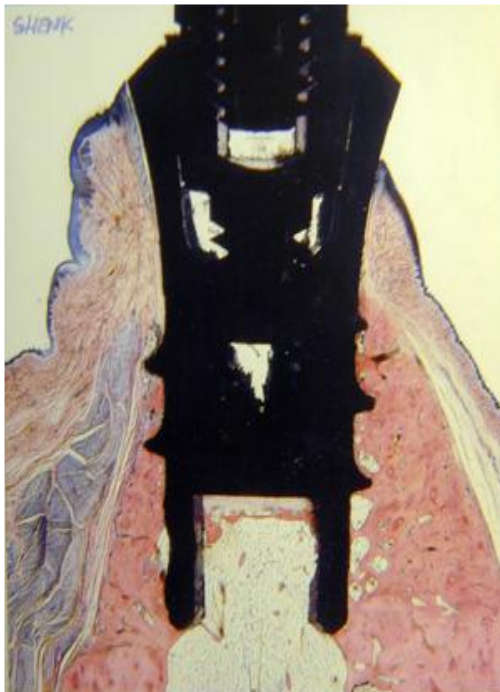
Actualmente, la utilización de los implantes en el tratamiento rehabilitador de pacientes desdentados, es una práctica común en las clínicas odontológicas. Debido a la alta predictibilidad en el tratamiento con implantes y con protocolos de carga temprana o diferida convencional, con tiempos de espera entre 6 y 16 semanas, 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 las restauraciones, así como un componente estético y funcional natural son los objetivos del tratamiento. Así mismo, ofrecer a nuestros pacientes rehabilitaciones protéticas en menos tiempo, con una tasa reducida de fracasos, con mínimas complicaciones y con una alta predictibilidad, es el gran objetivo sobre el que trabaja la Comunidad Científica Odontológica 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 otras circunstancias, 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 tenía 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 en 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 colocaron en vida. (4,5)

A principios del s.XIX se llevó a cabo la colocación de los primeros implantes metálicos intra-alveolares destacando al Maggiolo, que en 1809 introdujo un implante de oro en el alveolo de un diente recién extraído. Así mismo, en las primeras décadas del s.XX Payne presento la técnica de implantación en el 3er

Congreso Dental Internacional, utilizando una cápsula de plata colocada en el alveolo de una raíz. (5)

Fue en 1978 cuando se presentaron los estudios experimentales del grupo sueco de Göteborg dirigido por P.I.Brånemark y T.Albrektson. En 1952, el profesor Brånemark 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, ya que la estructura de titanio se había incorporado por completo al hueso, y el tejido mineralizado era totalmente congruente con las microirregularidades de la superficie del titanio. A este hecho se le denominó *osteointegración* y a partir de entonces se comenzaron a realizar estudios para reparar 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. (6)

Podemos concluir que la implantología es hoy una técnica con base científica y con lejanos antecedentes históricos, que ha ido evolucionando por la constante necesidad de restituir la perdida dentaria. 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.

1.3. CONCEPTO DE OSTEOTEGRACIÓN

El concepto de osteointegración de un implante oral ha sido definido como el “contacto directo, estructural y funcional, entre el hueso vivo y la superficie del implante endoóseo cargado funcionalmente”. Osteointegración es un término histológico que está indicando una aposición ósea directa sobre la superficie del implante sin que exista interposición de tejido blando sin embargo, nunca existe un 100% de contacto entre ambas superficies.

Puesto que los parámetros clínicos de que disponemos para evaluar el grado de osteointegración de un implante son el nivel de hueso marginal estable y una ausencia de su movilidad en el lecho óseo, se valora la osteointegración de un implante basándonos más en criterios mecánicos de estabilidad que en criterios histológicos. Así pues, uno de los requisitos para alcanzar la osteointegración es conseguir la estabilidad primaria de la fijación, es decir, la ausencia de su movilidad en el lecho óseo en el momento de su colocación. (7)

1.4. IMPORTANCIA DEL HUESO DISPONIBLE

Como se ha comentado, es requisito imprescindible para conseguir una osteointegración de implantes dentales endoóseos, lograr una estabilidad primaria de los mismos en el hueso alveolar.

Para que esté fenómeno ocurra son factores determinantes la cantidad y la calidad ósea disponible, además de la técnica quirúrgica y de las características del implante.

En cuanto a la cantidad ósea disponible para la colocación de implantes dentales, Carl E. Misch (8) estableció en 1989 una clasificación del reborde alveolar residual según el espacio disponible, tanto en sentido vertical como bucopalatino. En sentido buco-palatino, describió dos tipos de reborde alveolar residual:

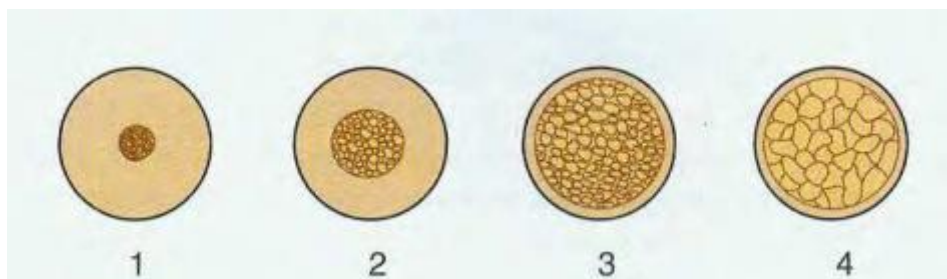
- tipo A, cuando las dimensiones superaban los 5 mm.
- tipo B, con dimensiones entre 2,5 a 5 mm.

En sentido vertical describió 4 grados:

- grado I, con dimensiones igual o mayores a 10 mm entre el piso sinusal y la cortical del reborde alveolar.
- grado II, entre 8 y 10 mm entre el piso sinusal y la cortical del reborde alveolar.

- grado III, entre 4 y 8 mm entre el piso sinusal y la cortical del reborde alveolar.
- grado IV, menor a 4 mm. entre el piso sinusal y la cortical del reborde alveolar. (8)

Por otra parte, Lekholm y Zarb en 1985 (9) establecieron una clasificación de la densidad ósea basada en la macroestructura donde la morfología y la distribución de la cortical y del hueso trabecular determinan la calidad del mismo. Inicialmente fue Linkow en 1970 (10), quién estableció las tres primeras categorías y posteriormente Lekholm y Zarb las completaron añadiendo una cuarta, tal y como se representa en la siguiente figura.



1. Tipo 1: Se compone casi exclusivamente de hueso compacto homogéneo. Según los autores, este era el ideal con presencia de algunas trabéculas espaciadas con pequeños espacios medulares. Actualmente este concepto ha sido revocado debido a la escasa vascularización del mismo lo que lo convierte en poco óptimo para la colocación de implantes.
2. Tipo 2: El hueso compacto ancho rodea el esponjoso denso. Esta parte esponjosa presenta espacios medulares ligeramente mayores con menor uniformidad en el patrón óseo. Según los autores este hueso era suficiente para los implantes.
3. Tipo 3: La cortical delgada rodea el hueso esponjoso denso. Grandes espacios medulares entre las trabéculas óseas. Este hueso según los autores, provocaba la desadaptación del implante.
4. Tipo 4: La cortical delgada rodea el abundante hueso esponjoso poco denso. (9)

1.5. VALORACIÓN DE LA DENSIDAD ÓSEA

La calidad ósea se puede valorar en el momento de la cirugía en función de la resistencia ósea al fresado y de acuerdo a la clasificación de Lekholm y Zarb. Supone una valoración subjetiva ya que valora el maxilar en conjunto y no localizaciones individuales.

En 2001 Norton y Gamble (11) concluyeron que era necesaria una clasificación cuantitativa de la calidad del hueso y que esta clasificación se hiciera en el preoperatorio y no dependiese del operador. Así pues, elaboraron una clasificación basada en el análisis óseo por medio de Tomografía Computerizada (CT) y las unidades Hounsfield (HU). De esta forma complementaron la clasificación de Lekholm y Zarb con una escala objetiva de medición de la densidad:

1. Tipo I: > 850 HU.
2. Tipo II: 500-850 HU.
3. Tipo III: 500-850 HU.
4. Tipo IV: 0-500 HU.

Este método es un indicador pronóstico del éxito del implante y además del sitio específico del mismo, es decir capaz de informar, en cada futuro lecho del implante, de la calidad del hueso existente. Estos métodos permitían analizar el contenido óseo, aunque sin valorar las propiedades materiales y estructurales del hueso es decir, la trabécula ósea y la microarquitectura, las cuales son fundamentales a la hora de comprender la competencia mecánica del hueso.

Esta clasificación, hoy todavía vigente, sigue siendo en parte subjetiva, debido a la gran variabilidad de rangos de densidades que se encuentran, sobre todo en los huesos tipo II y IV, además de ser flexible por presentar una escala de valores, más que valores absolutos. En un principio, Norton y Gamble aunaron las categorías II y III debido a que con la evaluación visual subjetiva no se puede diferenciar una de otra. Misch (12) posteriormente completó su clasificación ósea dándoles valores en unidades Hounsfield con rangos de variación más pequeños y añadiéndoles una percepción táctil (grado

de perforación de distintos materiales) para así poder comunicarlo al resto del mundo. Este tipo de clasificación pretendió ser un lenguaje universal dentro del ámbito de la odontología, con el fin de establecer protocolos de actuación en base a cada percepción táctil.

En la Figura I se muestra un resumen de todas las clasificaciones existentes. (12)





<i>Lekholm / Zarb</i>		<i>Norton / Gamble</i>	<i>Misch</i>
HUESO TIPO I		> 850 HU mandíbula anterior	> 1250 HU MADERA ROBLE O ARCE
HUESO TIPO II		500-850 HU mandíbula posterior/maxilar anterior	850-1250 HU PINO BLANCO O ABETO
HUESO TIPO III		500-850 HU mandíbula posterior/maxilar anterior	350-850 HU MADERA DE BALSA
HUESO TIPO IV		0-500 HU maxilar posterior	150-300 HU POLIESTIRENO O CORCHO BLANCO
HUESO TIPO V	***	< 0 HU tuberosidad	< 150 HU

Figura I. Clasificaciones de la densidad ósea de los maxilares.

Actualmente, podemos afirmar que para determinar la densidad ósea disponible, la medición preoperatoria de las Unidades Hounsfield mediante Tomografía Computerizada es el método de valoración más objetivo.

1.6. VALORACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE IMPLANTES DENTALES

Actualmente se dispone de test clínicos que aunque no miden la cantidad de hueso en contacto con el implante, sí valoran y cuantifican de modo objetivo su estabilidad y por tanto, de un modo indirecto su osteointegración. (13)

Existen varios métodos clínicos para valorar la estabilidad de los implantes. Meredith y cols. los han clasificado en test clínicos invasivos y no invasivos, en función de si su utilización implica o no algún daño en la interfase implante-hueso (14):

a) Test clínicos invasivos: Se refieren a técnicas histológicas e histomorfométricas, que, por motivos éticos, no se realizan en humanos.

b) Test clínicos no invasivos: el más comúnmente utilizado para valorar la estabilidad de un implante ha sido la técnica radiográfica que permite identificar áreas radiolúcidas periimplantarias y valorar la altura ósea residual (15). Puesto que en un principio la estabilidad depende del grado de la movilidad inicial del implante y de la calidad del lecho óseo, se han diseñado otros test clínicos no invasivos como son:

- Sistema de percusión (Periotest), basado en la percusión sobre el implante. Su aplicación no ha sido de gran valor y se le han buscado otras utilidades como la evaluación del grado de osteointegración. (16)
- Análisis de frecuencia de resonancia (Ostell), cuantifica la frecuencia de la vibración provocada por un pequeño transductor unido a dicho implante. (17)

1.7. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE RESONANCIA

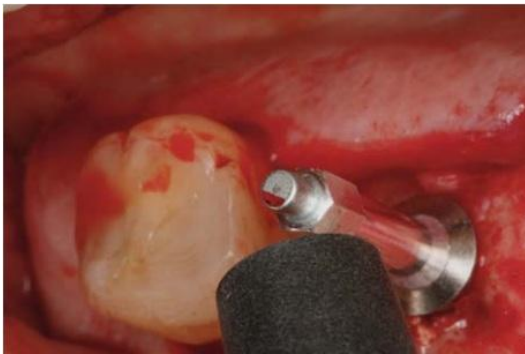
La frecuencia de resonancia de un sistema empleado en implantes dentales endoóseos, consiste en aplicar una señal sinusoidal de una determinada frecuencia, produciendo una vibración del implante en su lecho óseo, de tal forma que a medida que aumentamos la frecuencia aumenta su vibración,



hasta alcanzar un punto en el que no sólo deja de aumentar sino que la vibración comienza a disminuir. Este punto de respuesta máximo sería su frecuencia de resonancia.

El sistema consta de un transductor que se conecta por un extremo al implante y por el otro a una unidad que transforma las señales físicas en eléctricas permitiendo así la digitalización de los registros. (17)

El transductor es atornillado manualmente por el operador, a los implantes mediante un pilar transmucoso de dimensiones estandarizadas, realizando una



fuerza de apretamiento de 10 Newtons aproximadamente. Contiene dos elementos piezoeléctricos. Al excitar uno de estos elementos piezoeléctricos mediante una onda sinusoidal generada por un analizador de frecuencia, el transductor vibra.

La respuesta es medida por el segundo elemento piezoeléctrico y el aparato traduce la frecuencia de vibración del implante en un valor ISQ que es el cociente de estabilidad del implante. Este valor ISQ está dentro de una escala de 0 a 100, siendo 100 el valor máximo de estabilidad. (17, 18)

2. JUSTIFICACIÓN

La estabilidad de los implantes dentales es un requisito imprescindible para una osteointegración idónea de los mismos. Existen diversos factores que condicionan una correcta osteointegración entre otros, el tipo de implante y su superficie, así como la destreza del clínico. Sin embargo, podemos afirmar que el factor condicionante principal de que exista una correcta osteointegración es obtener una buena estabilidad a la hora de la inserción de los implantes dentales.

La valoración de la estabilidad de los implantes ha sido y sigue siendo una gran preocupación para los clínicos. Hasta el momento actual, esta valoración se basaba en parámetros subjetivos que no aportaban la fiabilidad necesaria y en dispositivos que con el tiempo, han demostrado no ser totalmente efectivos.

El uso de dispositivos de análisis de frecuencia de resonancia para la valoración de la estabilidad de implantes dentales es todavía poco conocido y por lo tanto poco utilizado en las clínicas dentales, principalmente por su reciente aparición en el mercado.

El motivo del presente trabajo es aportar información a la comunidad odontológica sobre la eficacia del uso de dispositivos de análisis de frecuencia de resonancia para la valoración de la estabilidad de los implantes dentales.

3. HIPÓTESIS

“Las localizaciones de los maxilares con mayor densidad ósea, y por consiguiente mayor Unidades Hounsfield, obtienen un valor más alto de coeficiente de estabilidad de implante (ISQ) en el momento de inserción del implante y pasados tres meses”.

4. PACIENTES Y MÉTODO

Se realizó estudio longitudinal retrospectivo de 32 pacientes diagnosticados de edentulismo parcial a los que se les realizó colocación de implantes dentales en una clínica odontoestomatológica entre los años 2011 y 2013.

Todas las intervenciones fueron realizadas por el mismo odontoestomatólogo y todos los datos fueron recogidos, de las historias clínicas de los pacientes, por un solo observador.

4.1. Criterios de inclusión

Los pacientes fueron seleccionados en base a los siguientes criterios:

- Hombres y mujeres mayores de edad.
- Presentar ausencia de pieza dentaria en cualquier cuadrante.
- Desear una restauración sobre implantes en la zona desdentada.
- Los dientes en la localización a tratar debían de haber sido extraídos al menos 6 meses antes del día de la cirugía para colocación de los implantes y estar sus alvéolos completamente cicatrizados.
- Debía existir la cantidad ósea adecuada en la localización seleccionada para los implantes de forma y manera que permita la inserción de un implante Klockner EC 1.5[®] de 4.0mm de diámetro o mayor y al menos 10mm de longitud. La disponibilidad ósea en el lugar de inserción de los implantes fue tal que no comprometía estructuras anatómicas relevantes, con suficiente anchura como para permitir que un tabique óseo

de al menos 1mm rodeara el núcleo del implante en todo su contorno.

- Los pacientes debían de comprometerse a asistir a las visitas de segunda cirugía y mantenimiento.
- Pacientes que no mostrasen signos de actividad de enfermedad periodontal: ausencia de supuración, índice de placa e índice de sangrado inferior a 15%.

4.2. Criterios de exclusión

A) Con respecto al paciente:

- Pacientes adultos que padecieran enfermedades que afectaran a su capacidad inmunitaria y/o metabolismo óseo.
- Pacientes en tratamiento con Bifosfonatos previo o en el momento de la instalación del implante.
- Pacientes con alteraciones del sistema de la coagulación.
- Pacientes con historia de radioterapia en cabeza y cuello.
- Pacientes con patología sistémica no controlada.
- Abuso de drogas y/o alcohol.
- Pacientes infectados con VIH.
- Pacientes bruxistas severos o con signos de patología de la articulación temporomandibular o con dolor muscular.
- Pacientes fumadores de más de 10 cigarillos diarios o su equivalente.
- Existencia de condiciones o circunstancias que en opinión del investigador pudieran complicar la participación del paciente en el estudio.

B) Con respecto a la localización:

- Presencia de cualquier patología de carácter local que contraindicase el tratamiento con implantes dentales.
- Alvéolos sin cicatrizar, es decir, implantes colocados con menos de 6 meses de intervalo entre la exodoncia y la cirugía de colocación.

C) Con respecto a las localizaciones donde se realizaran procedimientos de regeneración ósea previa.

- Pacientes con inadecuada higiene oral.

4.3. Técnica quirúrgica utilizada

Todos los pacientes fueron sometidos a dicha intervención mediante anestesia local con Articaína 4% (Ultracain®) siempre que no existiera contraindicación para el uso de vasoconstrictor, en caso contrario se utilizó mepivacaína. A todos los pacientes se les realizó la misma técnica de inserción de implante: Incisión paracrestal palatina/lingual sin descargas verticales con



incisión intrasurcular abarcando una pieza dental a mesial y a distal del espacio edéntulo con hoja de bisturí del nº 15C. Despegamiento subperióstico con periostotomo de Molt. Fresado del lecho implantario con micromotor quirúrgico (Kavo Intraburg 300®) siguiendo la secuencia de fresas

indicada por el fabricante (Klockner EssentialCone®) dependiendo del diámetro y longitud del implante utilizado en cada caso. Inserción del implante de forma

manual con un torque no mayor de 45N, sin el uso del micromotor y con ayuda de una llave de carraca dinamométrica. Sutura sintética multifilamento no reabsorbible de poliamida de 4/0 con aguja de 3/8 y sección triangular (Supramid®) mediante puntos simples.

Todos los pacientes siguieron el mismo tratamiento farmacológico:

- Amoxicilina 750mg, un comprimido cada 8 horas durante 8 días, comenzando la administración el día antes de la cirugía.
- Deflazacort 30mg (Zamene®), en pauta descendente comenzando con dos comprimidos el día de la cirugía y el siguiente, y con un comprimido el tercer y cuarto día.
- Omeoprazol 20mg, un comprimido al día mientras dure el tratamiento con corticoides.
- Ibuprofeno 600mg, un comprimido cada 8 horas como analgésico con una duración según escala de dolor.
- Clorhexidina 0'12% en colutorio, enjuagues dos veces al día durante 10 días.

4.4. Descripción de los implantes dentales



Se emplearon implantes Klockner EssentialCone 1.5® de 4.0mm de diámetro en longitudes de 10 y 12mm, o bien implantes Klockner EssentialCone 1.5® de 4.5mm de diámetro en longitudes de 10 y 12mm.

4.5. Variables de estudio

- Cuantitativas:

- Edad,
- número de pacientes tratados,
- número de implantes colocados,
- localización (posición dentaria rehabilitada según nomenclatura de la Federación Dental Internacional),
- unidades Hounsfield, longitud de implante,
- diámetro de implante,
- índice de estabilidad de implante (ISQ) en el momento de la cirugía,
- ISQ pasados tres meses de la cirugía

- Cualitativas:

- Sexo,
- Sector tratado (anterosuperior, anteroinferior, posterosuperior, posteroinferior).

4.6. Análisis estadístico

Se efectuó análisis estadístico descriptivo de todas las variables. Se realizó también análisis estadístico bivariable mediante T de Student para muestras independientes y para muestras relacionadas dependiendo de las variables a estudiar. Así mismo, para valorar la variabilidad en el índice de estabilidad del implante en el momento de la cirugía y a los tres meses ajustando por todas las posibles variables confusoras, se realizó una regresión lineal simple. Se utilizó el paquete estadístico SPSS 20.0.

5. RESULTADOS

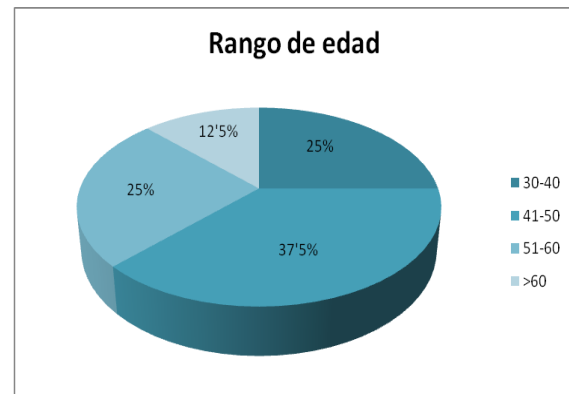
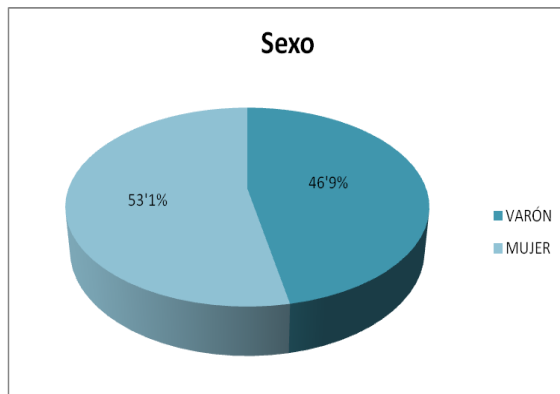
Los datos recopilados de las todas las variables se presentan en la siguiente tabla de datos.

Tabla 1. Datos recopilados.

Caso	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1	2	1	1	12	755	2	1	71	75
2	2	2	2	2	25	442	2	2	61	70
3	3	1	1	4	46	670	1	2	69	73
4	4	2	2	4	36	703	1	2	70	77
5	5	1	2	1	22	823	2	1	73	76
6	6	1	1	2	15	466	2	2	59	69
7	7	2	4	3	33	996	2	1	73	77
8	7	2	4	3	43	990	2	1	72	77
9	8	1	4	3	33	1077	2	1	74	79
10	8	1	4	3	43	1083	2	1	75	79
11	9	1	1	1	12	812	2	1	71	75
12	10	2	2	4	36	660	1	2	67	70
13	11	1	3	4	36	613	2	2	65	72
14	12	1	2	2	24	476	2	2	63	70
15	13	2	2	4	47	759	1	2	71	76
16	14	2	1	1	22	796	2	1	71	74
17	15	2	2	2	16	509	1	2	64	70
18	16	1	2	2	26	421	1	2	58	69
19	17	2	1	1	12	844	2	1	72	76
20	18	1	3	3	33	1014	2	1	74	78
21	18	1	3	3	43	1025	2	1	75	79
22	19	2	2	1	22	819	2	1	70	74
23	20	2	3	3	33	1106	2	1	75	78
24	20	2	3	3	43	1114	2	1	75	79
25	21	2	2	4	36	734	1	2	70	76
26	22	1	1	1	11	761	2	2	72	76
27	23	1	3	2	26	407	1	2	58	70
28	24	2	2	4	37	720	1	2	70	75
29	25	2	3	4	36	688	1	2	69	73
30	26	2	3	2	25	377	2	2	57	70
31	27	1	2	2	26	353	1	2	57	71
32	28	1	1	1	22	791	2	1	72	77

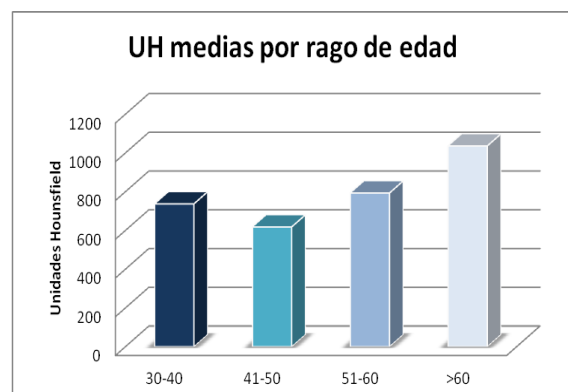
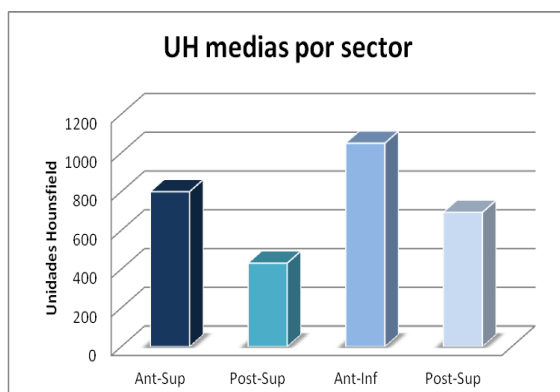
Leyenda Tabla: X1: Paciente. X2: Sexo (V=1; M=2). X3: Edad (30-40=1; 41-50=2; 51-60=3; >60=4). X4: Sector (Ant-Sup=1; Post-Sup=2; Ant-Inf=3; Post-Inf=4). X5: Pieza dental rehabilitada. X6: Unidades Hounsfield. X7: Longitud (10mm=1; 12mm=2). X8: Diámetro (4.0mm=1; 4.5mm=2). X9: ISQ Cirugía. X10: ISQ 3 Meses

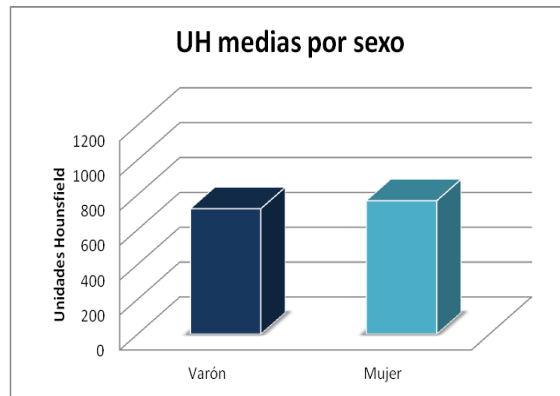
Se colocaron 32 implantes en 28 pacientes, el 46,9% (n=15) de las intervenciones se realizaron en hombres, frente a un 53'1% (n=17) que fueron mujeres. El 25% (n=8) de los pacientes tenían de 30 a 40 años, el 37'5% (n=12) de 41 a 50 años, el 25% (n=8) de 51 a 60 años y un 12'5% (n=4) eran mayores de 60 años.



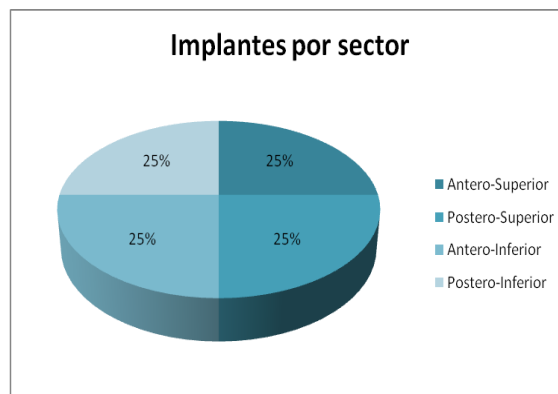
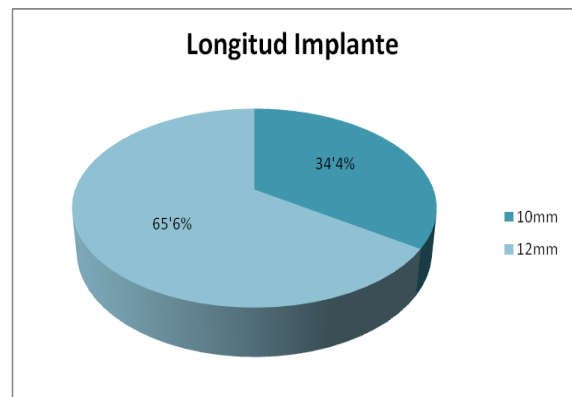
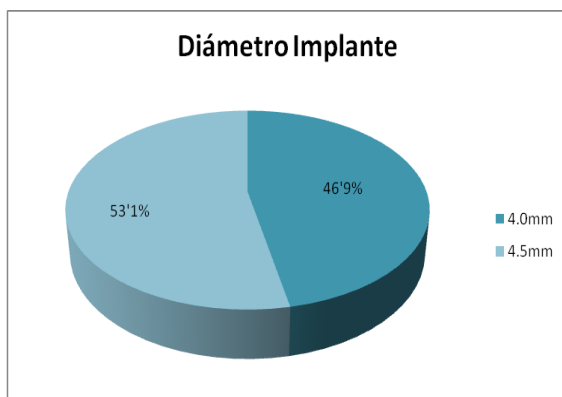
Se midieron las Unidades Hounsfield (UH) de densidad ósea mediante tomografía computarizada en las localizaciones de colocación de los implantes dando un valor mínimo de 353UH, máximo de 1114UH y un valor medio de las 32 localizaciones de 743'87UH. En cuanto a la valoración de las UH en cada uno de los cuatro sectores de los maxilares, se obtuvo un valor medio de 800'12UH para el sector antero-superior, 431'37UH para el sector postero-superior, 1050'62UH para el sector antero-inferior y 693'37UH para el sector postero-inferior.

Relacionando los valores de UH con el rango de edad de los pacientes, se obtuvo un valor medio de 736'88UH para los pacientes entre 30 y 40 años, 618'25UH entre 41 y 50 años, 793UH entre 51 y 60 años y 1036'50UH en pacientes mayores de 60 años. Relacionando las UH con el sexo de los pacientes, se obtuvo un valor medio de 719'47UH en varones y 765'41UH en mujeres.





Se colocaron 32 implantes dentales, de los cuales un 46'9% (n=15) tenían un diámetro de 4mm y un 53'1% (n=17) un diámetro de 4.5mm. El 34'4% (n=11) tenían una longitud de 10mm y el 65'6% (n=21) una longitud de 12mm. Se colocaron un 25% (n=8) de los implantes en cada uno de los cuatro sectores de los maxilares.

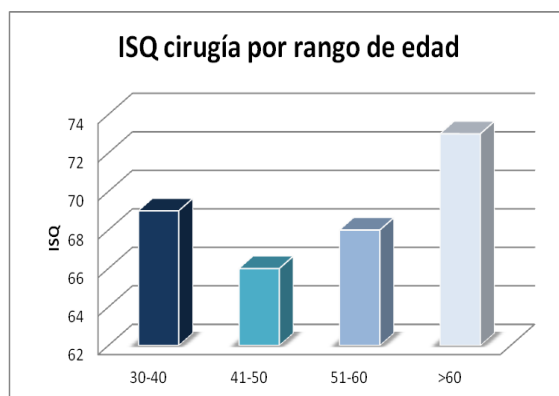
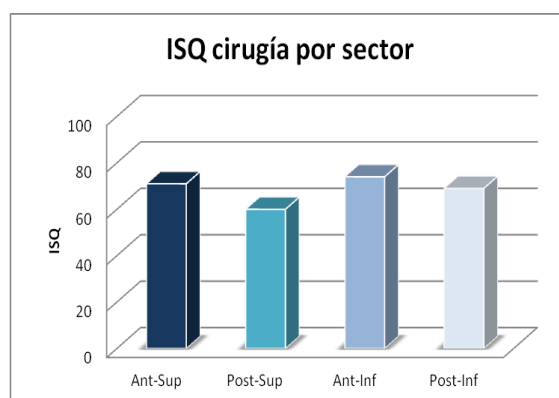
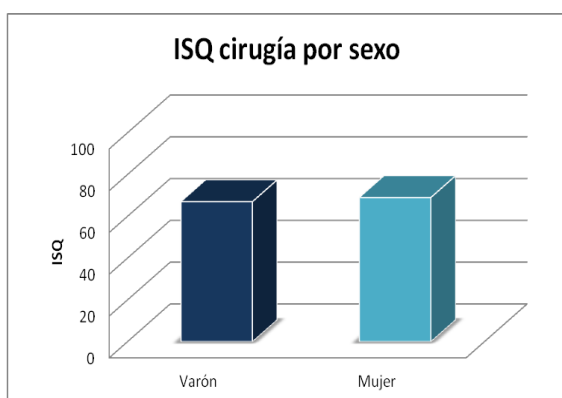


El día de la cirugía para la colocación de los implantes dentales se midió el Índice de Estabilidad del Implante (ISQ) en cada uno de los casos, dando un valor mínimo de 57, máximo de 75 y un valor medio de 68'53.

Relacionando los ISQ en este momento con el sexo de los pacientes, se obtuvo un valor medio de 67'6 en varones y 69'29 en mujeres.

En cuanto a la valoración de los ISQ en cada uno de los cuatro sectores de los maxilares en este momento, se obtuvo un valor medio de 71'5 para el sector antero-superior, 59'6 para el sector postero-superior, 74'1 para el sector antero-inferior y 68'8 para el sector postero-inferior.

Relacionando los valores de los ISQ con el rango de edad de los pacientes, se obtuvo un valor medio de 69'6 para los pacientes entre 30 y 40 años, 66'1 entre 41 y 50 años, 68'5 entre 51 y 60 años y 73'5 en pacientes mayores de 60 años.

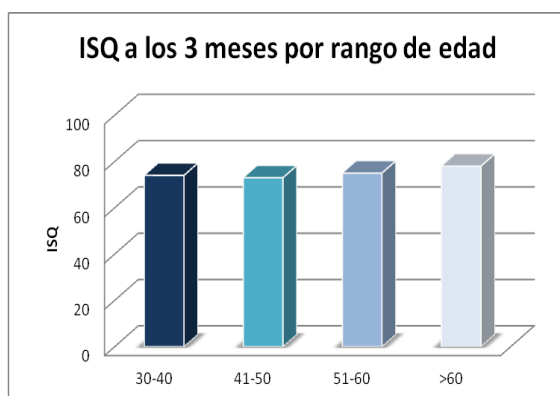
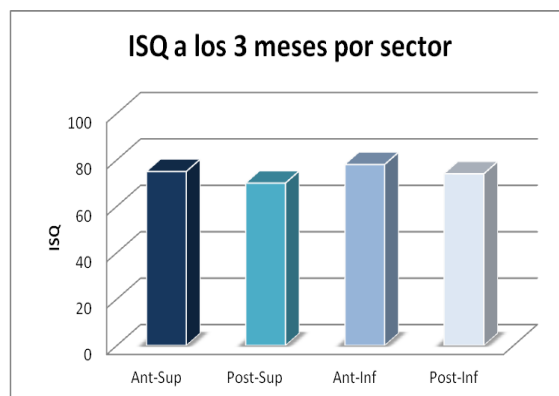
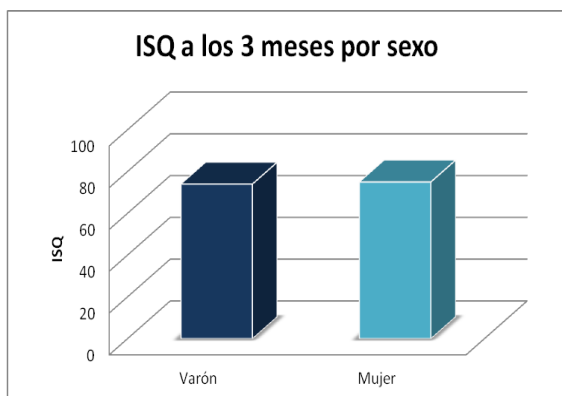


A todos los pacientes se les revisó a los 3 y a los 7 días post-intervención, en estas consultas se valoró el estado general del paciente, la presencia de dehiscencia de sutura, inflamación y presencia de infección. Ninguno de los pacientes presentó ninguna de estas alteraciones. A los 15 días se procedió a la retirada de la sutura.

Una vez pasados 3 meses de la cirugía para la colocación de implantes se volvieron a medir los valores ISQ de cada implante, obteniendo un valor mínimo de 69, máximo de 79 y un valor medio de 74'38.

Relacionando los ISQ en este momento con el sexo de los pacientes, se obtuvo un valor medio de 74'2 en varones y 74'5 en mujeres.

En cuanto a la valoración de los ISQ en cada uno de los cuatro sectores de los maxilares en este momento, se obtuvo un valor medio de 75'3 para el sector antero-superior, 69'8 para el sector postero-superior, 78'2 para el sector antero-inferior y 74 para el sector postero-inferior.



Relacionando los valores de los ISQ con el rango de edad de los pacientes, se obtuvo un valor medio de 74'3 para los pacientes entre 30 y 40 años, 72'8 entre 41 y 50 años, 74'8 entre 51 y 60 años y 78 en pacientes mayores de 60 años.

En la Tabla 2 se representa el análisis estadístico descriptivo de las variables de estudio.

Tabla 2. Estadística descriptiva de las variables.

VARIABLE		n	%
Sexo	Varón	15	46'9%
	Mujer	17	53'1%
Edad	30-40 Años	8	25%
	41-50 Años	12	37'5%
	51-60 Años	8	25%
	>60 Años	4	12'5%
Implantes por sector	Antero-superior	8	25%
	Postero-superior	8	25%
	Antero-inferior	8	25%
	Postero-inferior	8	25%
Longitud Implante	10mm	11	34'4%
	12mm	21	65'6%
Diámetro Implante	4mm	15	46'9%
	4.5mm	17	53'1%

Relación entre los valores de índice de estabilidad de implante (ISQ) en el momento de la cirugía y pasados tres meses

El análisis estadístico para la comparación entre los valores de ISQ en el momento de la cirugía y pasados tres meses se realizó mediante el test de la T de Student. El resultado obtenido fue que existía un aumento estadísticamente significativo ($p < 0,05$) entre los valores ISQ en el momento de la cirugía y los valores obtenidos pasados tres meses con un intervalo de confianza del 95%.

Estadísticos de muestras relacionadas					
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	ISQ 3 meses	74,38	32	3,348	,592
	ISQ Cirugía	68,53	32	5,820	1,029

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	ISQ 3 meses - ISQ Cirugía	5,844	3,060	,541	4,741	6,947	10,80	31	.000

Relación entre la longitud de los implantes y los valores ISQ en el momento de la cirugía

El análisis estadístico para la comparación entre las dos longitudes de implante utilizadas en el estudio, 10mm y 12mm, y los valores de ISQ en el momento de la cirugía, se realizó mediante el test de la T de Student. El resultado mostró que existían diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las dos longitudes de implante utilizadas con respecto a los valores ISQ en el momento de la cirugía con un intervalo de confianza del 95%.

Estadísticos de grupo					
	Medida del implante	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ISQ Cirugía	10 mm	11	65,73	5,515	1,663
	12 mm	21	70,00	5,541	1,209

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Dif de medias	Error típ. de la dif	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
ISQ Cirugía	Se han asumido varianzas iguales	,136	,715	-2,075	30	,047	-4,273	2,059	-8,478	-,068
	No se han asumido varianzas iguales			-2,078	20,50	,048	-4,273	2,056	-8,555	-,009

Relación entre la longitud de los implantes y los valores ISQ pasados tres meses de la cirugía

El análisis estadístico para la comparación entre las dos longitudes de implante utilizadas en el estudio, 10mm y 12mm, y los valores de ISQ pasados tres meses de la cirugía se realizó mediante el test de la T de Student. El resultado mostró que existían diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las dos longitudes de implante utilizadas con respecto a los valores ISQ pasados tres meses de la cirugía con un intervalo de confianza del 95%.

Estadísticos de grupo					
	Medida del implante	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ISQ 3 meses	10 mm	11	72,73	2,901	,875
	12 mm	21	75,24	3,300	,720

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Dif de medias	Error típ. de la dif.	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
ISQ 3 meses	Se han asumido varianzas iguales	,105	,749	-2,126	30	,042	-2,511	1,181	-4,923	-,099
	No se han asumido varianzas iguales			-2,216	22,88	,037	-2,511	1,133	-4,855	-,166

Relación entre el diámetro de los implantes y los valores ISQ en el momento de la cirugía

El análisis estadístico para la comparación entre los dos diámetros de implante utilizados en el estudio, 4.0mm y 4.5mm, y los valores de ISQ en el momento de la cirugía se realizó mediante el test de la T de Student. El resultado mostró que existían diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los dos diámetros de implante utilizados con respecto a los valores ISQ en el momento de la cirugía con un intervalo de confianza del 95%.

Estadísticos de grupo					
	Diámetro de los implantes	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ISQ Cirugía	4 mm	15	64,71	1,727	,446
	4,5 mm	17	72,87	5,463	1,325

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Dif de medias	Error típ. de la dif	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
ISQ Cirugía	Se han asumido varianzas iguales	26,70	,000	5,537	30	,000	8,161	1,474	5,151	11,171
	No se han asumido varianzas iguales			5,838	19,54	,000	8,161	1,398	5,240	11,081

Relación entre el diámetro de los implantes y los valores ISQ pasados tres meses de la cirugía

El análisis estadístico para la comparación entre los dos diámetros de implante utilizados en el estudio, 4.0mm y 4.5mm, y los valores de ISQ pasados tres meses de la cirugía se realizó mediante el test de la T de Student. El resultado mostró que existían diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los dos diámetros de implante utilizados con respecto a los valores ISQ pasados tres meses de la cirugía con un intervalo de confianza del 95%.

Estadísticos de grupo					
	Diámetro de los implantes	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ISQ 3 meses	4 mm	15	72,18	1,807	,467
	4,5 mm	17	76,87	2,811	,682

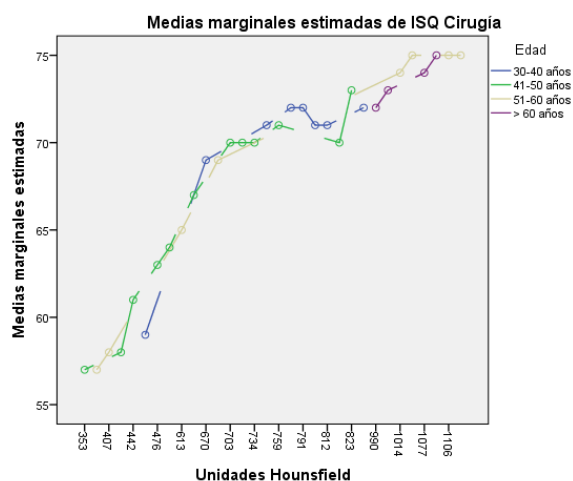
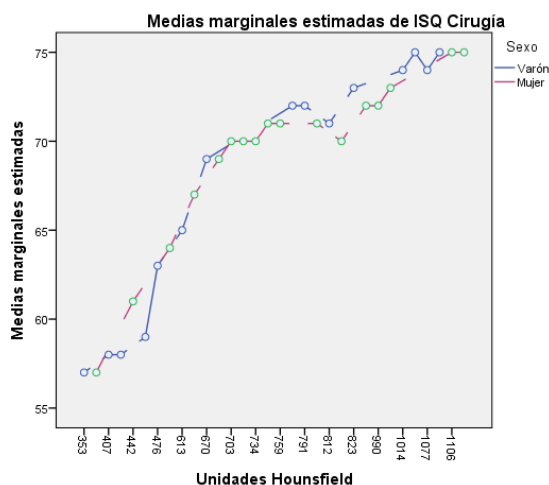
Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Dif de medias	Error típ. de la dif	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
ISQ 3 meses	Se han asumido varianzas iguales	5,77	,023	5,526	30	,000	4,690	,849	2,957	6,424
	No se han asumido varianzas iguales			5,676	27,58	,000	4,690	,826	2,996	6,384

Relación entre las Unidades Hounsfield y los valores ISQ en el momento de la cirugía

El estudio analítico pretende buscar la posible asociación entre las Unidades Hounsfield de densidad ósea con los valores de ISQ en el momento de la cirugía. Se realizó análisis de regresión lineal simple de la variable dependiente ISQ en el momento de la cirugía con la variable Unidades Hounsfield ajustando dicho análisis las variables confusoras edad y sexo. Se observa un coeficiente no estandarizado “B” para las Unidades Hounsfield de 0.026, es decir, obtenemos que el incremento de una Unidad Hounsfield, supone un aumento de ISQ en el momento de la cirugía por término medio de 0.026 puntos, una vez controlado el efecto de la variable edad y sexo.

Así mismo se observa en la tabla que esta asociación entre las Unidades Hounsfield y los valores ISQ en el momento de la cirugía es estadísticamente significativa ($p < 0,05$), con un intervalo de confianza del 95% y que tiene una relación directa, es decir, a mayores unidades Hounsfield, mayores valores de ISQ en el momento de la cirugía, independientemente del sexo y de la edad.

Coeficientes								
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95%	
		B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	51,444	1,253		41,054	,000	48,878	54,011
	Unidades Hounsfield	,026	,001	1,031	19,511	,000	,023	,029
	Edad	-1,416	,311	-,239	-4,549	,000	-2,054	-,778
	Sexo	,562	,557	,049	1,009	,322	-,579	1,703
Variable dependiente: ISQ Cirugía								

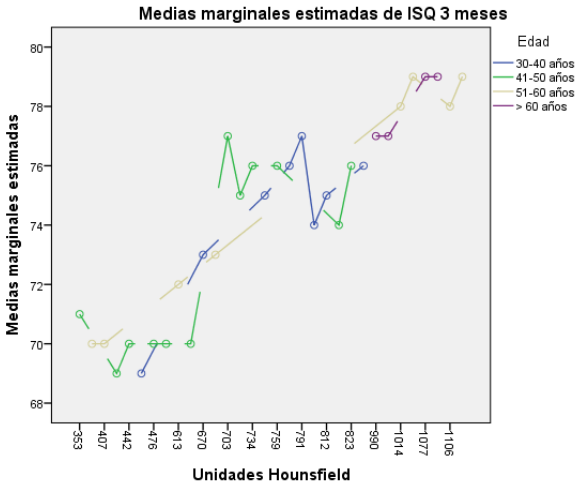
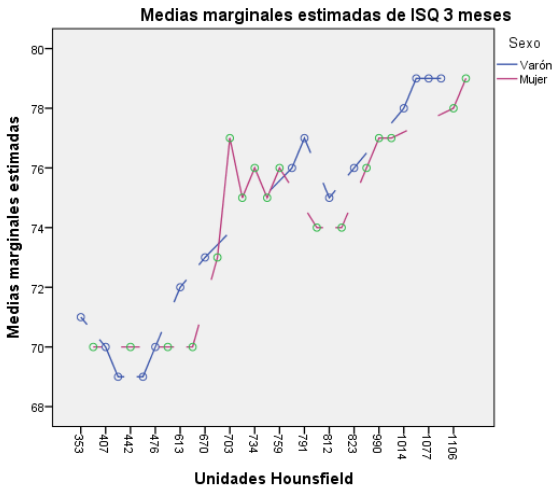


Relación entre las Unidades Hounsfield y los valores ISQ pasados tres meses de la cirugía

El estudio analítico pretende buscar la posible asociación entre las Unidades Hounsfield de densidad ósea con los valores de ISQ pasados 3 meses de la cirugía. Se realizó análisis de regresión lineal simple de la variable dependiente ISQ a los tres meses de la cirugía, con la variable Unidades Hounsfield ajustando dicho análisis las variables confusoras edad y sexo. Se observa un coeficiente no estandarizado “B” para las Unidades Hounsfield de 0.014, es decir, obtenemos que el incremento de una Unidad Hounsfield, supone un aumento de ISQ en el momento de la cirugía por término medio de 0.014 puntos, una vez controlado el efecto de la variable edad y sexo.

Así mismo se observa en la tabla que esta asociación entre las Unidades Hounsfield y los valores ISQ a los tres meses de la cirugía es estadísticamente significativa ($p < 0,05$), con un intervalo de confianza del 95%, y que tiene una relación directa, es decir, a mayores unidades Hounsfield, mayores valores de ISQ a los 3 meses de la cirugía, independientemente del sexo y de la edad.

Coeficientes								
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95%	
		B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	64,929	1,060		61,253	,000	62,758	67,101
	Unidades Hounsfield	,014	,001	,950	12,229	,000	,012	,016
	Edad	-,180	,263	-,053	-,682	,501	-,719	,360
	Sexo	-,289	,471	-,044	-,614	,544	-1,254	,676
Variable dependiente: ISQ 3 meses								



6. DISCUSIÓN

La osteointegración va incrementándose progresivamente gracias a los fenómenos de la interfase ósea, lográndose una mayor estabilidad a lo largo del tiempo. En su revisión bibliográfica, Raghavendra et al. (19) establecen que la estabilidad primaria será reemplazada gradualmente por la estabilidad secundaria en la interfase implante-hueso, y se mantendrá estable a partir de la cuarta semana de cicatrización. No obstante, diversos estudios han tratado de establecer el momento en el que se produce la osteointegración del implante y la estabilización de la medida de estabilidad secundaria. A nivel experimental se han realizado mediciones de la estabilidad de los implantes con el sistema de torque de desinserción en diferentes periodos de tiempo, observándose que la estabilidad disminuye en las semanas iniciales de la cicatrización y aumenta progresivamente con el transcurso del tiempo. (20, 21) En ese sentido, Wilke et al. (22) mostraron una disminución en los valores de torque de desinserción a las dos semanas incrementándose a las ocho semanas y obteniendo el valor máximo a las doce semanas.

Utilizando el análisis de frecuencia de resonancia como sistema de medida de la estabilidad, Barewall et al. (23) en un estudio clínico, determinaron los cambios de estabilidad durante las etapas iniciales de la osteointegración mediante valoraciones semanales, desde la inserción del implante hasta la décima semana; y encontraron que después de la quinta semana no existían diferencias significativas en la estabilidad. Coincidiendo con estos autores, Huang et al. (24), en un estudio in vivo realizado en tibias de conejo encontraron que las medidas aumentaban significativamente hasta la tercera semana tras la cirugía y se mantenían a las seis-siete semanas de cicatrización. Con la misma pauta de medición semanal del ISQ, Boronat-López et al. (25), en su trabajo clínico, encuentran la máxima estabilidad en la décima semana de cicatrización, mientras que Bischof et al. (26) determinan que los valores ISQ aumentan desde la cuarta semana hasta la doceava semana de seguimiento.

Nuestro estudio coincide con los resultados de estos estudios ya que obtenemos un aumento significativo en los niveles ISQ desde el momento de la cirugía hasta pasados tres meses de esta. No podemos valorar la disminución de los niveles ISQ durante las primeras semanas tras la instalación del implante ya que nuestro estudio no valora los niveles ISQ durante ese periodo de tiempo. Tampoco podemos valorar si desde la quinta semana hasta los tres meses no se obtienen cambios significativos en los niveles ISQ ya que no se midieron los niveles ISQ en la quinta semana.

El análisis de las variables demográficas del paciente: edad y sexo, en nuestro estudio no mostro diferencias significativas en el efecto ajustado por el valor inicial ISQ sobre el valor ISQ a los tres meses de cicatrización. El rango de edad predominante en nuestro estudio fue entre los 41 y 50 años, similar a la media de edad de la muestra en el estudio de Boronat-López et al. (25): 46'9, e inferior a la edad media en el estudio de Ersanli et al. (27), donde era de 51'7 años. En estos estudios los pacientes incluidos en los grupos de edad por debajo de los 55 años presentaron un incremento mayor del valor ajustado del ISQ que los pacientes del grupo de 55 a 76 años de edad. En nuestro estudio no obtenemos diferencias significativas en los valores ISQ entre los distintos rangos de edad ya que no existía una única localización de inserción de los implantes por lo que en cada localización tenemos diferente densidad ósea y por lo tanto no podemos valorar objetivamente según rangos de edad.

Con respecto al sexo, la distribución porcentual entre hombres (46'9%) y mujeres (53'1%) fue homogénea. Encontramos mayores niveles ISQ en mujeres aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores ISQ entre sexos. Coincidiendo con nuestros resultados, Boronat-López et al. (25), en un estudio realizado a 12 hombres y 12 mujeres, encuentran valores ISQ mayores en las mujeres, a las diez semanas de cicatrización. Por el contrario, Östman et al. (28), en estudio clínico similar al nuestro, obtuvieron mayor estabilidad en hombres que en mujeres. Asimismo, Zix et al. (29), en una muestra de 17 hombres y 18 mujeres de edad media similar, hallaron valores ISQ mayores en hombres que en mujeres a los 12 meses de seguimiento; resultados que atribuyen a la menor calidad de hueso en mujeres postmenopáusicas.

En nuestro estudio se obtuvieron mayores valores ISQ en implantes colocados en el sector antero inferior que en el resto de sectores principalmente porque es en este sector donde encontramos la mayor densidad ósea. Estos datos coinciden con los encontrados en los estudios de Balleri et al. (30) y Bischof et al. (26) en los cuales, con distintos tiempos de seguimiento, obtuvieron un incremento significativamente mayor de la estabilidad de los implantes colocados en mandíbula.

No existen en la literatura científica actual ningún estudio que compare de manera específica los niveles ISQ con las Unidades Hounsfield de densidad ósea pero, si bien es cierto, varios estudios valoran los niveles ISQ en distintas localizaciones de los maxilares en las que se supone que existen fisiológicamente una mayor o menor densidad ósea; obteniendo los mismos resultados que nuestro estudio. (23, 26, 31, 32, 33)

En cuanto a la comparación entre las características de los implantes utilizados y los valores ISQ tanto en la cirugía de instalación de los implantes dentales y pasados tres meses de la misma; en nuestro estudio se obtuvieron diferencias significativas entre los dos diámetros y longitudes utilizadas y los valores ISQ. La longitud (12mm) y diámetro (4.5mm) mayor utilizados obtuvieron valores ISQ significativamente mayores que las otras dos dimensiones de implante utilizadas.

Otros estudios muestran resultados contradictorios: mientras Miyamoto et al. (34), en un estudio realizado en 255 implantes colocados en 50 pacientes edéntulos, no encontraron relación significativa entre la longitud y la estabilidad inicial medida con el sistema de análisis de frecuencia de resonancia; otros autores hallaron influencia significativa de la longitud de los implantes en los valores ISQ (28). Karl et al. (35), en un estudio clínico retrospectivo en 385 implantes, encontraron valores ISQ mayores en implantes de diámetro ancho. Del mismo modo, Degidi et al. (36), tras seis meses de seguimiento de 80 implantes, mostraron que diámetros más anchos se relacionaban con valores ISQ altos; y Kessler-Liechti et al. (37) también observaron un efecto significativo de diámetro en los valores ISQ de 240 implantes. Por el contrario, otros estudios (25, 29, 38) no encuentran relación significativa del diámetro con las medidas de análisis de frecuencia de resonancia.

7. CONCLUSIONES

Una vez expuestos los resultados del estudio y la discusión de los mismos, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Las variables demográficas de los pacientes, sexo y edad, no influyeron en la estabilidad de los implantes, medida con el análisis de frecuencia de resonancia, en el momento de la cirugía de instalación de implantes dentales y pasados tres meses.

- La localización ósea de los implantes influyó en la estabilidad de los implantes, de tal modo que los implantes colocados en las localizaciones de mayor densidad ósea, y por tanto mayores Unidades Hounsfield, mostraron una estabilidad mayor que aquellos colocados en localizaciones de menor densidad ósea.

- El diámetro y longitud de los implantes influyeron en la estabilidad medida. Así, los implantes de diámetro estrecho y longitud menor presentaron una estabilidad menor tanto en la cirugía de colocación de los implantes como pasados tres meses.

- El análisis de frecuencia de resonancia parece ser un sistema eficaz para la medición de la estabilidad de los implantes dentales.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Chiapasco M, Abati S, Romeo E, Vogel G. Clinical outcome of outogenous bone blocks or guide bone regeneration with e-PTFE membranes for the reconstruction of narrow edentulous ridges. Clin Oral Implants Res. 1999; 10: 278-88.
- 2.- McAllister Bs, Haghighat 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.- Steflik DE, McKinney RV. Historia de la implantología. Ed. Implantes dentales endoóseos. Barcelona. Mosby, 1993: 8-18.
- 5.- Gómez M, Avila R, Landa S. Evolución histórica de la implantología dental. Rev Esp Estomatol 1988; 36(30): 303-10.
- 6.- Brånemark PI, Zarb G, Albrektsson T. Tissue integrated prostheses: Osseointegration in clinical dentistry. Quintessence Publishing. Chicago. 1985.
- 7.- Adell R. Long-term treatment results. Tissue-Integrated Prostheses. 175-186, 1985.
- 8.- Misch C. Bone classification, training keys to implant success. Dent Today 1989 ;8:39-44.
- 9.- Lekholm U, Zarb G.A. Patient selection and preparation In Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. eds. Tissue Integrated Prostheses Osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago: Quintessence Publ Co. 1985. 199-209.
- 10.- Linkow LI, Chercheve R. Theories and techniques of oral implantology, vol.1. St. Louis, Mosby 1970.
- 11.- Norton MR, Gamble C. Bone classification:an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. Clin. Oral Impl. Res. 2001; 12: 79–84.
- 12.- Misch, C.E. Misch bone density classification. Misch CE. ed. Contemporary Implant Dentistry, 1999. 113–114.
- 13.- Albrektsson T. Osseointegration: historic background and currents concepts. Clinical Periodontology and Implant Dentistry. 1998. 28: 853.
- 14.- Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. Int J Prosthodont. 1998. 11: 491-501.

- 15.- Naert I, Kalk W, Jansen K, Caulier H. The relationship of some histologic parameters, radiographic evaluations and periotest measurements of oral implants: an experimental animal study. *Int J Oral Maxillofacial Implants*. 1997. 12: 380-386.
- 16.- Schulte W. The Periotest method. Bensheim: Siemens AG, Medical Engineering Group. Dental Sector. 1995.
- 17.- Alleyne D, Cawley P, Meredith N. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implant Res*. 1996. 7: 261-267.
- 18.- 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*. 1997. 8: 234-243.
- 19.- Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD. Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005; 20: 425-31.
- 20.- Baker DA, London RM, O'Neil RB. Rate of pull-out strength gain of dual-etched titanium implants: a comparative study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999; 14: 722-8.
- 21.- Brånemark R, Öhrnell RO, Skalak R, Carlsson L, Brånemark PI. Biomechanical characterization of osseointegration: an experimental in vivo investigation in the beagle dog. *J Orthop Res*. 1998; 16: 61-9.
- 22.- Wilke HJ, ClaesL, Streinemann SG. The influence of various titanium surface on the interface shear strength between implants bone. *Advance in biomaterials*. 1990; 9: 309-14.
- 23.- 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: 641-51.
- 24.- Huang HM, Cheng KY, Cheng CF, Ou KL, Li CT, Lee SY. Design of a stability-detecting device for dental implants. *Pro Inst Mech Eng*. 2005; 219: 203-11.
- 25.- Boronat-López A, Balaguer-Martínez J, Lamas-Pelayo J, Carillo-García C, Peñarrocha-Diogo M. Resonance frequency analysis of dental implant stability during the healing period. *Med Oral Patol Cir Bucal*. 2008; 13: 244-7.
- 26.- Bischof M, Nedir R, Szmukler Mocler S, Bernard JP, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. A clinical resonance-frequency analysis study with sandblasted-and-etched ITI implants. *Clin Oral Implants Res*. 2004; 15: 529-39.

- 27.- 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: 1066-71.
- 28.- Östman PO, Hellman M, Wendelhag I, Sennerby L. Resonance frequency analysis measurements of implants at placement surgery. *Int J Prosthodont.* 2006; 19: 77-83.
- 29.- Zix J, Kessler Liechti G, Mericske Stern R. Stability measurements of r-stage in the maxilla by means of resonance frequency analysis: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 2005; 20: 747-52.
- 30.- Balleri P, Cozzolino A, Ghelli L, Momicchioli G, Varriale A. Stability measurements of osseointegrated implants using Ostell in partially edentulous jaws after one year of loading: a pilot study. *Clin Implants Dent Relat Res.* 2002; 4: 128-32.
- 31.- Boronat-López A, Peñarrocha-Diago M, Martínez-Cortissoz O, Mínguez-Martínez I. Resonance frequency analysis after the placement of 133 dental implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2006; 11: 272-6.
- 32.- Huang HM, Chiu CL, Yeh CY, Lee SY. Factors influencing the resonance frequency of dental implants. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003; 61: 1184-8.
- 33.- Friberg B, Sennerby L, Meredith N, Lekholm U. A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants: A 20-month clinical study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999; 28: 297-303.
- 34.- Miyamoto I, Tsuboi Y, Wada E, Suwa H, Lizuka T. Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery-clinical, prospective, biomechanical, and imaging study. *Bone.* 2005; 37: 776-80.
- 35.- Karl M, Graef F, Heckmann S, Krafft T. Parameters of resonance frequency measurements values: A retrospective study of 385 ITI dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2008; 19: 214-8.
- 36.- Degidi M, Daprile G, Piattelli A, Carinci F. Evaluation of factors influencing resonance frequency analysis values, at insertion surgery, of implants placed in sinus-augmented and nongrafted sites. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2007; 9: 144-9.
- 37.- Kessler Liechti G, Zix J, Mericske Stern R. Stability measurements of r-stage implants in the edentulous mandible by means of resonance frequency analysis. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 2008; 23: 353-8.
- 38.- Ohta K, Takechi M, Minami M, Shigeishi H, Hiraoka M, Nishimura M, Kamata N. Influence of factors related to implant stability detected by wireless resonance frequency analysis device. *J Oral Rehabil.* 2010; 37: 131-7.