



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ANATOMIA Y EMBRIOLOGIA HUMANA**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
Máster en Ciencias Odontológicas

**ESTUDIO COMPARATIVO DE ANALISIS DE
FRECUENCIA DE RESONANCIA EN
IMPLANTES COLOCADOS EN MAXILAR
POSTERIOR CON Y SIN REGENERACION
SINUSAL.**

Javier Aracil Coca

**Director:
Profesor Doctor José Sanz Casado**

Dr. JOSÉ V. SANZ CASADO, Profesor titular en el Departamento de Anatomía y Embriología Humanas de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid;

CERTIFICA:

Que la presente Memoria titulada "Estudio comparativo de análisis de frecuencia de resonancia en implantes colocados en maxilar posterior con y sin regeneración sinusal" llevada a cabo por **D. Javier Aracil Coca** ha sido realizada bajo su dirección.

Considera quien suscribe que la mencionada Memoria reúne las características para ser defendida ante un tribunal para la obtención del Máster en Ciencias Odontológicas.

Y para que conste donde proceda, se firma el presente certificado en Madrid a treinta de agosto de dos mil dieciséis.



Dr. José V. Sanz Casado



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. Facultad de Odontología

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER
VISTO BUENO DEL TUTOR
MASTER OFICIAL EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS**

El profesor/a tutor

Nombre y apellidos:	Jose Vicente Sanz Casado
---------------------	--------------------------

del alumno/a

Nombre y apellidos	Javier Aracil Coca
--------------------	--------------------

encontrado en la línea de investigación

INGENIERÍA DE TEJIDOS

DA EL VISTO BUENO
para que el Trabajo de Fin de Máster titulado

Estudio comparativo de análisis de frecuencia de resonancia en implantes colocados en maxilar posterior con y sin regeneración sinusal
--

sea admitido para su defensa ante Tribunal.

En _____ Madrid _____, a 30 de agosto de 2016

Fdo: el profesor/a

El presente Visto Bueno se debe acompañar del Trabajo de Investigación en formato electrónico y tres copias en papel (no es necesaria su encuadernación)

ÍNDICE

1. Introducción.....	6
2. Hipótesis y Objetivos.....	12
3. Material y Métodos.....	14
4. Resultados.....	19
5. Discusión.....	27
6. Conclusiones.....	32
7. Bibliografía.....	34

1. Introducción.

La importancia de conocer la estabilidad de un implante tanto en el momento de la colocación como de la carga es una necesidad buscada por los dentistas desde hace tiempo.

Estabilidad.

Existen dos tipos de estabilidad en cuanto a implantes dentales se refiere. Por un lado encontramos la estabilidad primaria, la cual se define como el anclaje del implante en el momento de la colocación, por tanto a menor movilidad existirá una mayor estabilidad primaria. Por otro lado está la estabilidad secundaria, que se define como la ausencia de movilidad tras la cicatrización de los tejidos que rodean el implante. (Albrektsson, T. y cols. 2003; Albrektsson, T. y cols. 2005; Meredith N. 1998).

Además de estos conceptos tenemos que añadir el estado y disposición del hueso donde se van a colocar los implantes. Leckholm y Zarb en 1985 realizan una clasificación basada tanto en la morfología del hueso remanente con una escala alfabética compuesta por cinco epígrafes ordenados de mayor a menor en función de la cantidad de reborde alveolar residual y por otra parte una escala numérica de cuatro apartados para describir la densidad del mismo.

Osteointegración y cicatrización ósea.

Esta estabilidad secundaria dependerá en gran medida de los procesos de osteointegración y cicatrización ósea. El termino osteointegración ha ido evolucionando desde mediados de siglo cuando fue descrito por Branemark, y sufriendo ligeras modificaciones hasta llegar a la que hoy utilizamos, descrita por Zarb y cols. en 1991. Se trata de un proceso mediante el que se obtiene una unión rígida y clínicamente

asintomática de materiales aloplásticos en el hueso, y se mantiene durante la carga funcional.

Este fenómeno se produce gracias al proceso de cicatrización. En los espacios entre las superficies del implante y el hueso virgen, el coágulo de sangre resulta en la organización del tejido de granulación a los 4 días. Permitiendo este tejido recubrimiento óseo del implante y conduciendo a los procesos de estabilidad biológica. Al mismo tiempo la aposición de tejido óseo reticular en la superficie del implante se remodelará para formar hueso fibroso paralelo durante las 2-4 semanas sobre la superficie osteogénica del implante (Abrahamsson y cols. 2004).

Desde un punto de vista clínico, es importante ser consciente de que durante las primeras semanas de cicatrización habrá esperar una reducción temporal de la estabilidad del implante, por la pérdida de estabilidad mecánica en áreas de presión de las macro retenciones. A esto le seguirá un aumento de la estabilidad clínica como consecuencia de la adhesión biológica. (Albrektsson, T. y cols. 1983)

Métodos no invasivos para cuantificar la estabilidad.

Dado que el interés de los clínicos es verificar la estabilidad clínica, que determine el mejor momento de carga funcional, se han desarrollado varios métodos no invasivos. Desde los más rudimentarios como la percusión sobre el pilar de cicatrización con instrumento metálico de punta roma, pasando por las radiografías, las cuales presentan una serie de limitaciones desde el halo producido por el metal, o las dificultades en cuanto a la estandarización del paralelismo. El torque de inserción, solo puede ser utilizado para determinar la estabilidad tras la inmediata colocación del implante, pudiendo verse afectados sus valores debido a la presión aplicada con la pieza de mano

así como la dirección de la misma. Otros métodos no invasivos mas evolucionados tecnológicamente son el Periotest® o el análisis de frecuencia de resonancia.

El sistema Periotest® se diseñó en un primer momento para ser utilizado en dientes. La técnica consiste en una pieza de mano que realiza una percusión electrónicamente controlada y reproducible sobre el diente; al activarlo, se producen 16 impactos a razón de 4 por segundo a una velocidad de 2 m/s, produciéndose en el diente una desaceleración del impacto que es analizada y valorada en la unidad de registro (Schulte y cols. 1992; Schulte y cols. 1992; Cevallo-Lecaro y cols. 2006).

En el interior de la pieza de mano se encuentra un vástago que contiene un pequeño acelerómetro en su punta, y registra la desaceleración en el impacto y el tiempo de contacto del vástago con el diente o pilar. Cuanto mayor es la rigidez de un implante, menor es la amortiguación que se produce, por lo que el tiempo de contacto es menor.

El software que incorpora el Periotest® ha sido diseñado para relacionar el tiempo de contacto con la movilidad. Estos valores de tiempo son traducidos a valores periotest® (PTV). Los resultados son reflejados digital y acústicamente sobre una escala de rango - 8 (no existe movilidad) hasta +50 (gran movilidad). (Schulte y cols. 1992; Schulte y cols. 1992; Cevallo-Lecaro y cols. 2006).

El Periotest®, permite valorar solo la estabilidad/movilidad del implante, por lo tanto es erróneo utilizarlo como único método de diagnóstico si queremos valorar el grado de osteointegración de un implante, puesto que éste no siempre va acompañado de movilidad (Schulte y cols. 1992).

Análisis de frecuencia de resonancia

El análisis de la frecuencia de resonancia es en la actualidad el método clínico, no invasivo, más útil por su reproducibilidad y puede realizarse a lo largo de toda la vida del implante.

Se trata de un método que cuantifica la vibración que produce el impacto aplicado sobre el transductor o SmartPeg® unido al implante, que lleva un pequeño magneto en la parte superior. Esta magneto es estimulada por impulsos electromagnéticos quedando registrado mediante un acelerómetro, creándose una gráfica de aceleración/tiempo.

El análisis de frecuencia de resonancia usa las características de resonancia específicas de los implantes excitados acústicamente. El valor específico que indica la estabilidad del implante se denomina frecuencia de resonancia. Esta frecuencia puede oscilar en un rango de 5000 Hz (no estabilidad primaria o no osteointegración) a 15,000 Hz (alta estabilidad primaria o integración rígida del implante). Para cuantificar estos registros se desarrolló una escala centesimal denominada ISQ (Implant Stability Quotient) trasladándose las unidades de medida (KHZ) a valores ISQ. (Meredith 1999).

A mayor valor ISQ, mayor estabilidad del implante. Un aumento o disminución sustancial de la estabilidad del implante puede ser detectada con este método a pesar de no ser percibida clínicamente. El OsteoMentor® consta de una sonda de medición integrada en el instrumento y de un transductor unido al implante, el SmartPeg®.

Este aditamento es desechable y diferente dependiendo del tipo de implante. (Meredith, N. 1998).

Justificación.

Aunque se han evaluado los factores que influyen en el ISQ, en los estudios están agrupados en diferentes longitudes, diámetros o superficies, así como en distintas

localizaciones anatómicas. Apenas existen estudios que comparen la estabilidad tanto primaria como secundaria medida mediante análisis de frecuencia de resonancia en implantes colocados en hueso maxilar nativo como en hueso regenerado tras elevación de seno abierta. Además, en ninguno de ellos utilizan xenoinjertos en combinación con plasma rico en plaquetas.

2. Hipótesis y Objetivos.

Hipótesis.

La hipótesis nula que se plantea en este trabajo es la siguiente: “No existen diferencias en cuanto a la estabilidad determinada por los valores ISQ, de implantes colocados en los sectores posterosuperiores en hueso nativo o en hueso regenerado, tras un procedimiento de elevación de seno abierta.”

Objetivos.

El **objetivo principal** de la presente investigación es verificar que la estabilidad en el momento de iniciar la carga de los implantes en hueso regenerado en elevación de seno abierta es igual que aquellos colocados sobre hueso nativo.

Como **objetivos secundarios**, se relacionaran los valores de torque de inserción con los de ISQ en el momento que sigue inmediatamente a la colocación del implante, así como estos valores en relación al tipo de hueso.

Utilizando el mismo diseño, longitud y tamaño de implante, la misma superficie, el mismo protocolo de fresado, la misma localización anatómica y el mismo cirujano, con el objetivo de evaluar si existen diferencias de estabilidad secundaria en implantes colocados en hueso nativo y en elevación de seno.

3. Material y Métodos.

Diseño de estudio y población estudiada

El presente trabajo de investigación es un estudio de casos y controles diseñado para evaluar mediante el Análisis de Frecuencia de Resonancia (AFR) la estabilidad primaria y secundaria de implantes colocados en la región molar maxilar en hueso nativo comparados con implantes colocados en hueso regenerado tras elevación de seno abierta.

Durante el periodo de Noviembre de 2013 a Mayo de 2015 se seleccionaron y se trataron de manera consecutiva 20 pacientes de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión: pacientes >18 años con necesidad de una restauración implantosoportada en la zona posterior del maxilar; no fumadores o fumadores de ≤ 10 cigarrillos/día; con índices de placa y sangrado $\leq 20\%$. Como criterio de inclusión en cuanto al sitio quirúrgico se estableció que en aquellos pacientes con una altura de hueso residual (distancia entre cresta alveolar y suelo del seno maxilar) <4 mm se realizaría una elevación de seno abierta previa a la colocación de los implantes. Los criterios de exclusión que se aplicaron fueron los siguientes: pacientes con sinusitis crónica o alergias que afecten al sistema respiratorio; pacientes con enfermedades sistémicas que interfieran en la cicatrización ósea o aquellos en tratamiento con bifosfonatos; pacientes con diabetes mellitus no controlada (HbA1c $>7\%$) y pacientes con enfermedad periodontal activa.

El estudio se llevó a cabo en clínica privada y todos los pacientes fueron tratados por el mismo cirujano experimentado. Un examinador independiente fue el encargado de registrar los parámetros clínicos durante el periodo de estudio.

Antes de la intervención quirúrgica todos los pacientes firmaron un consentimiento informado en donde se les explicaba los objetivos del estudio y se les realizó una

tomografía computarizada (TC) para valorar tanto las condiciones anatómicas como la disponibilidad ósea. Además todos ellos fueron instruidos en técnicas de higiene oral.

Tratamiento Quirúrgico

Los pacientes con disponibilidad ósea vertical menor de 4 mm fueron tratados con una elevación de seno abierta previa a la colocación de los implantes. Una vez anestesiada la zona quirúrgica se levantó un colgajo mucoperióstico para exponer la pared lateral del seno. Con la ayuda de un instrumento piezoeléctrico se realizó la ostectomía hasta dejar una lámina ósea delgada para proceder posteriormente a su desplazamiento al elevar la membrana sinusal mediante un instrumento romo. El biomaterial empleado para el relleno óseo fue hidroxiapatita bovina desproteneizada (*Bio Oss, Geistlich, Biomaterials, Wolhuser, Switzerland*) en combinación con plasma rico en plaquetas. La ventana lateral del seno fue cubierta con una membrana de colágeno reabsorbible y se suturó con puntos simples asegurando un cierre primario y sin tensión del colgajo.

A todos los pacientes se les realizó una radiografía panorámica de control para su evaluación posquirúrgica. La medicación postoperatoria que recibieron los pacientes fue Amoxicilina 875 mg + Ácido clavulánico 125mg durante 7 días/ 3 veces/día junto con Ibuprofeno de 600mg cada 8 horas/ 7días. Todo los pacientes fueron advertidos de no taparse la nariz al estornudar para prevenir el aumento de presión en el seno durante los 7 días siguientes la cirugía.

A los 10 días se retiraron las suturas y los pacientes fueron evaluados a los 8 meses de la intervención para comprobar la nueva disponibilidad ósea mediante un nuevo TC.

El momento de colocación de los implantes fue considerado como el inicio del estudio. Cada paciente recibió un implante Straumann SP (*Straumann AG, Basel,*

Switzerland) de 4,8 x 10mm con superficie SLA Active. El protocolo de fresado se realizó siguiendo las pautas de la casa comercial para el tipo de implante utilizado.

Se colocaron un total de 20 implantes, 10 implantes en hueso nativo y 10 implantes en hueso regenerado.

Variables Respuesta

Para evaluar la estabilidad primaria y secundaria de los implantes se utilizó el Análisis de Frecuencia de Resonancia (*AFR, Ostell, Mentor, Goteborg, Sweeden*). El AFR es representado por un parámetro cuantitativo llamado ISQ que oscila entre 1 y 100. Cada medición fue tomada dos veces y la media de ambas fue usada como valor. Las mediciones fueron calibradas utilizando un bloque de calibración ya que cada transductor tiene una única frecuencia de resonancia. A los 3 meses de la colocación de los implantes, los pacientes fueron evaluados por el mismo examinador para obtener los valores ISQ en el momento previo a la carga.

Como variable secundaria se utilizó el torque de inserción medido en el momento de colocación de los implantes. Además el tipo de hueso según la clasificación de Leckholm y Zarb en 1985 fue evaluado por el cirujano durante el procedimiento de inserción del implante L.A.

Estos parámetros fueron recogidos por el examinador del estudio J.A.

Análisis Estadístico

Para las variables cuantitativas, se realizaron estadísticos descriptivos y pruebas de normalidad (Saphiro Wilk). En función de los resultados de las pruebas de normalidad, se realizó un test de T de Student cuando las variables cuantitativas cumplían principios de normalidad o un test de U de Mann-Whitney si las variables no cumplían supuestos

de normalidad. Para comparar las variables categóricas se realizó el test de Chi-cuadrado. Para determinar el grado de correlación entre la variable torque de inserción y frecuencia de resonancia en el momento de la colocación del implante se realizó un test de correlación de Pearson.

Para realizar los análisis estadísticos correspondientes se utilizó el programa IBM SPSS Statistics® (“Statistical Package for the Social Sciences”), versión 20.

Se considerará $p < 0,05$ como diferencias estadísticamente significativas.

4. Resultados

Se colocaron 20 implantes en 20 pacientes (5 hombres y 15 mujeres) .10 de estos implantes fueron colocados en hueso nativo, mientras que los 10 restantes se colocaron sobre huso regenerado tras un procedimiento de elevación de seno.

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en cuanto a edad ($p=0,324$). (fig.1.)

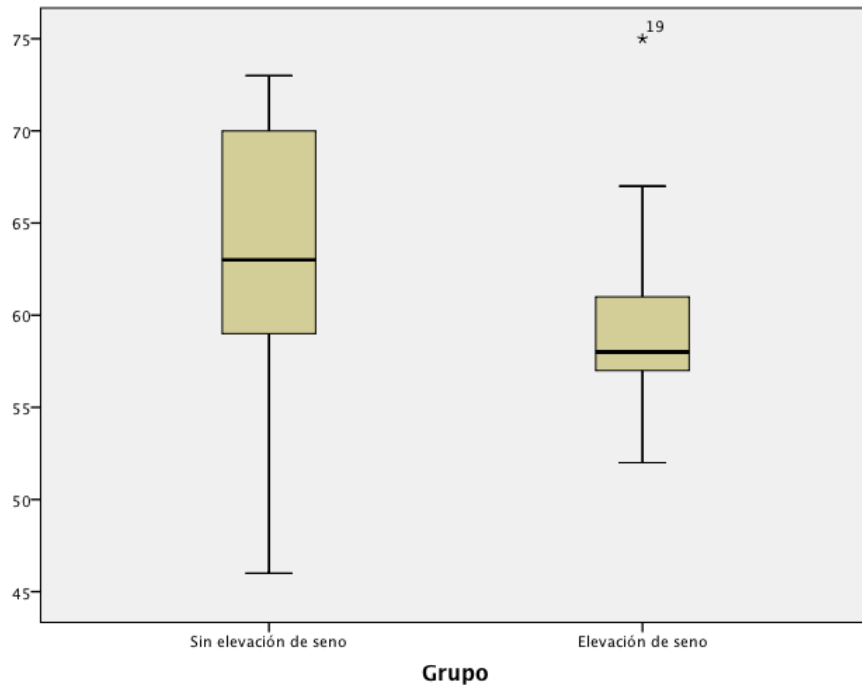


Figura 1.

En cuanto al sexo tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos. ($P=0,608$).

TABLA 1.			
	GRUPO TEST	GRUPO CONTROL	P
EDAD MEDIA (AÑOS)	63,20 (±6,6)	59,90 (±7,8)	0,324 NSS
SEXO	F-7 M-3	F-8 M-2	0,608 NSS
TIPO DE HUESO	T1-0 T2-4 T3-5 T4-1	T1-0 T2-4 T3-2 T4-4	0,238 NSS
LOCALIZACION	LOC 16-4 LOC 17-1 LOC 26-4 LOC 27-1	LOC 16-4 LOC 17-0 LOC 26-6 LOC 27-0	0,494 NSS

Estadísticos: T-student; Chi Cuadrado.

En cuanto a la distribución de la posición de los implantes, 8 implantes fueron colocados a nivel del 16 (40%), 10 implantes a nivel del 26 (50%) y un implante a nivel del 17 y 27 respectivamente (5%). La distribución por grupo fue la siguiente:

- Grupo elevación: en la posición 16 se colocaron un 40% de los implantes, otro 40% a nivel del 26, y otro 10% para 17 y 27 respectivamente.
- Grupo sin elevación: para la posición 16 se colocaron un 40 % de los implantes y un 60 % para la posición 26.

Tras realizar una prueba Chi cuadrado no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados($p=0,494$).

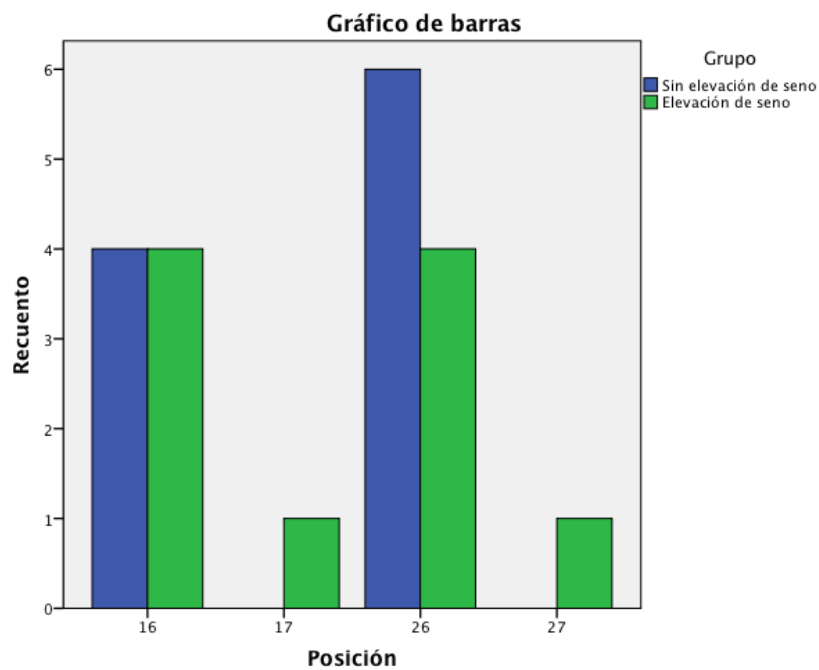


Figura 2.

TABLA 2.

VARIABLES		CON ELEVACION		SIN ELEVACION	
SEXO	M	5	2	3	
	F	15	8	7	
LOCALIZACION	16	8	4	4	
	26	10	4	6	
	17	1	1	0	
	27	1	1	0	
TIPO DE HUESO	1	1	0	0	
	2	7	4	4	
	3	7	5	2	
	4	5	1	4	
LONGITUD/ANCHURA	4.8 X 10 Wn	4.8 X 10 Wn	4.8 X 10 Wn	4.8 X 10 Wn	

- Distribución en cuanto al tipo de hueso:

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio ($P=0,238$), siendo los tipos 2 y 3 los más frecuentes.

Resultados obtenidos tras la colocación de los implantes:

- Análisis de frecuencia (ISQ) en el momento de la colocación:

De acuerdo a los estadísticos descriptivos, se obtuvo en el grupo sin elevación de seno una media de 65,70 ISQ y una desviación estándar de 15,507 ISQ, por otro lado para el grupo con elevación de seno la media fue de 69,90 ISQ con una desviación estándar de 5,816 ISQ. Tanto para el grupo sin elevación como para el grupo elevación de seno se obtuvieron valores muy similares. En el grupo sin elevación de seno se observó un valor

extremadamente bajo (28 ISQ). Sólo se apreció un caso y fue considerado un valor anómalo. (Figura 3).

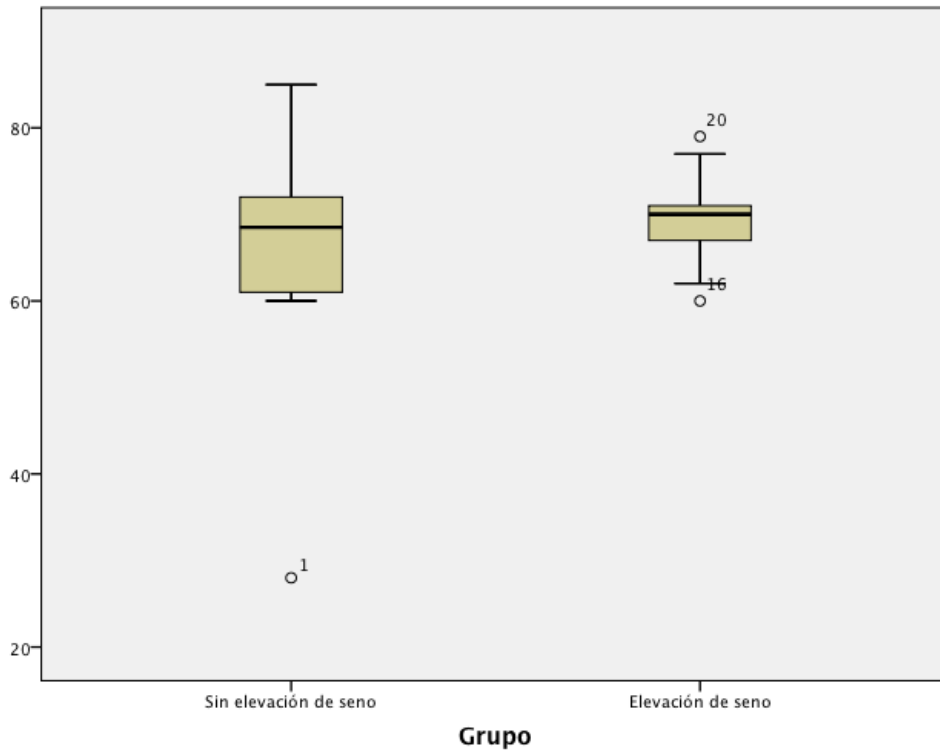


Figura 3.

Tras realizar pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y comprobar que cumplían los principios, se realizaron test paramétricos para el análisis de los resultados obtenidos de los análisis de frecuencia de resonancia. Una vez realizado el test T-student para muestras independientes, se observó una diferencia entre grupos de 3,7 ISQ, siendo no estadísticamente significativa ($p=0,489$).

- Análisis de frecuencia de resonancia (ISQ) en el momento de la carga.

Tanto para el grupo sin elevación como para el grupo con elevación de seno se obtuvieron valores muy similares. La media para el grupo con elevación fue 75,90 ISQ con una desviación estándar de 5,587 ISQ, mientras que para el grupo sin elevación la media fue 74,70 ISQ y en este caso la desviación estándar fue de 4,809 ISQ.

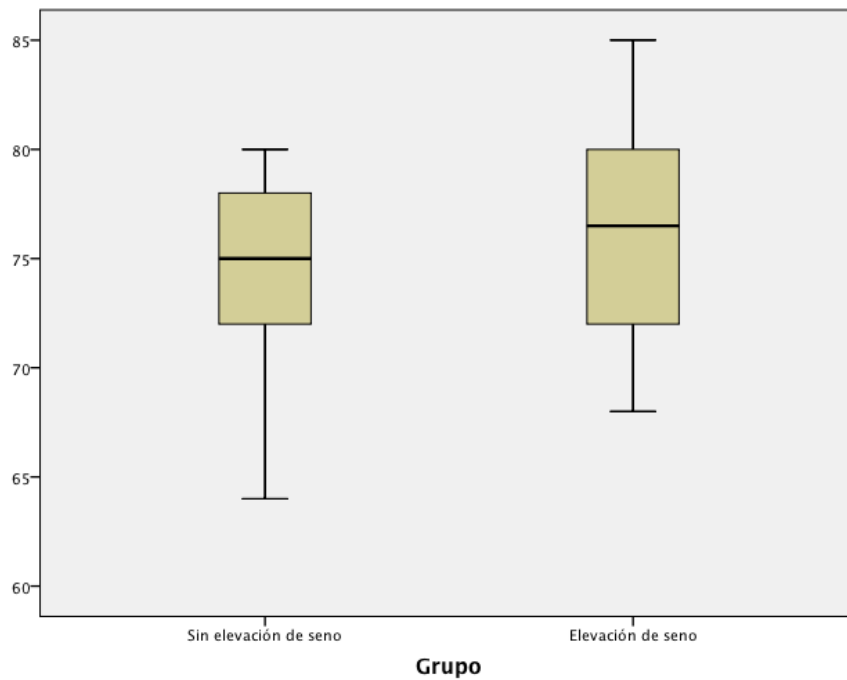


Figura 4.

Tras realizar T-student para comprobar si estas diferencias son estadísticamente significativas, se observó una diferencia entre grupos de 1,2 ISQ siendo no estadísticamente significativa, $p=0,613$.

- Comparación análisis de frecuencia de resonancia (ISQ) entre el momento de colocación y el momento de carga.

A este nivel se utilizó como variable el cambio ISQ entre colocación y carga.

Después de realizar los mismos test que en los apartados anteriores de nuevo se observaron valores de cambio similares entre ambos grupos. Sin embargo en el grupo sin elevación nos encontramos con mayores discrepancias debido a la existencia en este grupo de valores más dispares, especialmente en el momento de colocación del implante.

En este apartado observamos un cambio en cuanto al grupo test sobre el control de $69,40 \text{ ISQ } (\pm 5,816)$ y $65,70 (\pm 15,50)$ respectivamente siendo estas diferencias no estadísticamente significativas ($p= 0,489$).

En un caso se observó una disminución del valor de la frecuencia de resonancia. Se trata de un valor en el grupo sin elevación de seno el cual pierde 10 ISQ entre la colocación y el momento de la carga del implante. Por el contrario en el grupo elevación existe de una manera mas pronunciada este fenómeno (Tabla 3). **Obteniendo unos resultados medios en el grupo elevación de seno 9 ISQ mas a favor del momento de carga frente a la colocación y 6,5 ISQ cuando hablamos de el grupo sin elevación.** La diferencia en cuanto a los valores entre colocación y carga son mínimas, y no estadísticamente significativas $P=0,611$. (fig 5)

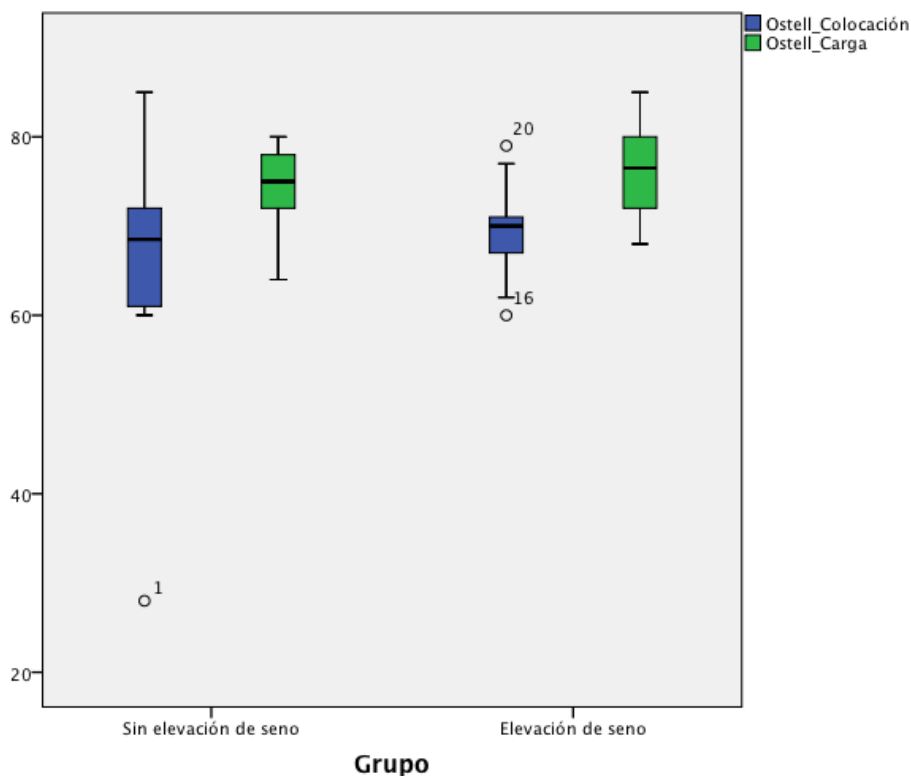


Figura 5.

- Relación torque de inserción y análisis de frecuencia de resonancia en el momento de la colocación.

Para el grupo sin elevación la media del torque de inserción es de 21,10N/cm. con una desviación estándar de 10,408 N/cm, mientras que para el grupo elevación 19,30 N/cm y 7,424 N/cm respectivamente. Se observó una diferencia de 1,8 N/cm entre grupos. Estas diferencias no son estadísticamente significativas ($p=0,661$).

Puesto que las variables torque de inserción y análisis de frecuencia en el momento de colocación del implante cumplen supuestos de normalidad (Saphiro Wilk), se realizó un test de correlación de Pearson para valorar si existe correlación entre ambas variables.

El coeficiente de correlación fue de 0,237 ($p=0,314$) con un nivel de significación para el 95%, siendo por tanto, el nivel de correlación entre las variables muy bajo.

TABLA 3.

	TEST	CONTROL	P
MEDIA ISQ COLOCACION	69,40 (± 5,816)	65,70 (±15,507)	0,489 NSS
MEDIA TORQUE DE INSERCIÓN	19,30 (±7,424)	21,10 (±10,408)	0,661 NSS
MEDIA ISQ CARGA	75,90 (±5,587)	74,70 (±4,809)	0,613 NSS

Estadísticos: T-student para muestras independientes;

4. Discusión.

En el presente trabajo de investigación, se han evaluado los valores de AFR registrándose según el procedimiento descrito por Sennerby y Meredith en 2008, de 10 implantes colocados en hueso nativo y otros 10 implantes colocados en hueso regenerado tras elevación de seno. Tras el análisis de datos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con respecto a los valores de ARF entre los dos grupos de estudio; sugiriéndose que el hueso regenerado podría ofrecer una estabilidad tan buena como el hueso pristino después de un período de observación de 3 meses.

Nuestros resultados, concuerdan con estudios similares publicados anteriormente. Degidi y cols. en 2007 investigaron la estabilidad primaria en implantes colocados en hueso nativo (17 implantes) y hueso regenerado tras elevación de seno (63 implantes). En este caso el injerto óseo fue una combinación 50:50 Bio-oss y hueso autólogo. A los 6 meses se colocaron los implantes. En el momento de la colocación observaron que no había diferencias estadísticamente significativas entre los valores de AFR y tampoco existía correlación entre el AFR y el torque de inserción. Sin embargo, demostraron una correlación positiva entre los valores de AFR y el diámetro y longitud del implante. Además los valores ISQ en implantes en hueso regenerado, si bien no presentaban diferencias estadísticamente significativas mostraban ligeras tendencias al alza. Posteriormente estos mismos autores en 2008, de la misma muestra utilizada en la publicación anterior, evaluaron los implantes a los 6 y 12 meses. Concluyeron que las características geométricas del implante no tenían importancia a la hora de conseguir valores ISQ altos de cara a la estabilidad secundaria de los implantes; obteniendo siempre valores mas altos en los implantes en hueso regenerado. En la presente investigación, tanto para el grupo sin elevación como para el grupo con elevación de seno se obtuvieron valores muy similares con tal solo una discrepancia en el grupo sin

elevación, la cual se tomo como valor anómalo, que a su vez provocó esa mayor amplitud en cuanto a la desviación estándar. Aun siendo similar desde el punto de vista metodológico, difiere con la de Degidi y cols. tanto en los materiales empleados para el relleno maxilar como en los tiempos en los cuales se realizan las mediciones. Además, ellos incluyen en el grupo control implantes post extracción.

De los valores ISQ obtenidos desde el momento de la colocación hasta el momento de carga se mostro un patrón ascendente de 69,40 ($\pm 5,816$) a 75,90 ($\pm 5,587$) para el grupo test y de 65,70 ($\pm 15,507$) a 74,70 ($\pm 4,0809$) para el grupo control. Estos resultados concuerdan con los obtenido por Canullo y cols. en 2010. En este estudio multicéntrico evalúan 67 implantes colocados en zonas que previamente han sido tratadas con elevación de seno abierta en las que se colocó hidroxiapatita como biomaterial. A pesar de que en dicha investigación no hacen comparaciones con implantes colocados en hueso nativo, observaron que los valores ISQ aumentan desde el momento de la colocación (35,7) hasta los 3 meses (66,61) y 2 años de seguimiento (77,91).

Di Lallo en en 2012 realizo un estudio en el que se colocaron 38 implantes, 19 de ellos en hueso nativo y los mismos en hueso regenerado previamente, tras un procedimiento de elevación de seno. El material utilizado para este fin fue una combinación de 50:50 de hueso autógeno y xeno injerto bovino. Los implantes colocados sobre hueso regenerado fueron a su vez divididos en implantes diferidos, colocados seis meses después de la elevación de seno, y en implantes colocados simultáneamente a dicha elevación. Ni en basal ni a los 6 ni 12 meses encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a los valores ISQ entre los dos grupos. Por otro lado mostraron una curva ascendente de los valores ISQ desde la colocación de los implantes a las posteriores mediciones, siendo tan solo estadísticamente significativas estas diferencias en aquellos implantes colocados simultáneamente a la elevación de seno. Concuerdan

pues todos los resultados con esta investigación, a excepción de aquellos implantes colocados de forma simultanea, por carecer de esta modalidad.

Otras investigaciones han comparado los valores ISQ de implantes en hueso nativo con implantes en hueso regenerado en alveolos post extracción (Deli y cols. 20014) así como tras procedimientos de óseo distracción (Bilbao y cols. 2008).

Deli y cols. realizaron un ensayo clínico aleatorizado a doble ciego en el cual se colocaron 216 implantes. 118 de esos implantes se colocaron tras preservación alveolar realizada con una membrana no reabsorbible sin material de relleno óseo. Concluyeron que no existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con o sin regeneración en los valores ISQ analizados a los 4 meses después de la colocación, siendo este el momento de carga, y a los 4 meses de los implantes en función.

Por otro lado Bilbao no encuentra diferencias estadísticamente significativas, siendo en este caso las comparaciones realizadas con procedimiento de osteodistraccion.

El coeficiente de correlación entre torque de inserción y los valores ISQ obtenidos en esta investigación fue de 0,237 Teniendo en cuenta de que se trata de una escala que oscila entre 0-1, es un valor bastante bajo con un nivel de significación para el 95% de $p=0,314$, es decir no estadísticamente significativo. Al igual que en otros estudios como Degidi y cols. 2007 y 2008, no se encontró correlación alguna al menos entre las variables torque de inserción y los valores obtenidos de los análisis de frecuencia de resonancia.

Finalmente, el análisis de frecuencia de resonancia, podría interpretarse como una herramienta clínica para identificar implantes con riesgo de pérdida en el momento de la colocación o previo a la carga. Solo se obtuvo un valor ISQ <50 en un implante en hueso nativo en el momento de su colocación. Aun así, en relación a la pérdida de implantes, en esta investigación cabe destacar que todos los implantes se osteintegraron

con éxito y demostraron una buena estabilidad. En este aspecto, el estudio de Scarano y cols. 2007 encontró una relación estadísticamente significativa entre valores ISQ<40 y fallo de implantes; mientras que Rabel y cols. 2007 señalaron que valores ISQ <50 pueden ser considerados como críticos.

4. Conclusiones.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, permitieron concluir que:

1. De los valores obtenidos de los análisis de frecuencia de resonancia de implantes colocados tanto en hueso nativo como regenerado tras un procedimiento de elevación de seno abierta, no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Mostrando estos resultados la posibilidad de obtener igual estabilidad en hueso regenerado que en hueso pristino.
2. Por otro lado no se encontró una correlación positiva entre el torque de inserción y los valores ISQ en ninguno de los grupos de estudio.
3. En cuanto al tipo de hueso no se encontraron diferencias al realizarse comparaciones tanto intragrupo como intergrupo.

4. Bibliografía.

1. Albrektsson, T., Berglundh, T., Lindhe, J. (2003) Osseointegration: Historic Backgrounds and Current Concepts. In: Lindhe, J. Clinical Periodontology and Implant Dentistry. 4th edition. Blackwell Munksgaard 33: 809-818.
2. Albrektsson, T., Berglundh, T., Lindhe, J. (2005) Oseointegración: antecedentes históricos y conceptos actuales. In: Lindhe, J. Periodoncia Clínica e Implantología Odontológica. 4a edición. Buenos Aires: Médica Panamericana 33:845-857.
3. Albrektsson, T., Bränemark, P. I., Hansson, H. A., Kasemo, B.,
4. Branemark PI. Introduction to osseointegration. In: Bränemark Pi, Zarb GA, Albrektsson T, eds. *Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago, III: Quintessence; 1985:11-76.
5. Canullo L, Patacchia O, Sisti A, Heinemann F. implant restoration 3 months after one stage sinus lift surgery in severely resorbed maxillae: 2-year results of multicenter prospective clinical study. Clin Implant Dent Relat Res. 2012 Jun;14(3):412-20
6. Cevallo-Lecaro, M.; Simunes, A.; Cermakova, E., Samer, K. Influencia del componente protésico en los valores de estabilidad de implantes endo-óseos clínicamente oseointegrados: un estudio piloto en vivo. (2006)
7. Cricchio G, Sennerby L, Lundgren S. Sinus bone formation and implant survival after sinus membrane elevation and implant placement: a 1- to 6-year follow-up study. Clin Oral Implants Res 2011; 22:1200–1212.
8. Degidi M, Dapriale 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 Sep;9(3):144-9

9. Degidi M1, Daprile G, Piattelli A. RFA values of implants placed in sinus grafted and nongrafted sites after 6 and 12 months. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2009 Sep;11(3):178-82
10. Deli G1, Petrone V, De Risi V, Tadic D, Zafiroopoulos GG. Longitudinal implant stability measurements based on resonance frequency analysis after placement in healed or regenerated bone. *J Oral Implantol.* 2014 Aug;40(4):438-47.
11. Di Lallo S1, Ricci L, Orecchioni S, Piattelli A, Iezzi G, Perrotti V. Resonance frequency analysis assessment of implants placed with a simultaneous or a delayed approach in grafted and nongrafted sinus sites: a 12-month clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014 Jun;16(3):394-400.
12. Glauser R, Sennerby L, Meredith N, et al. Resonance frequency analysis of implants subjected to immediate or early functional occlusal loading. Successful vs. failing implants. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15:428–434.
13. Guler AU, Sumer M, Duran I, Sandikci EO, Telcioglu NT. Resonance frequency analysis of 208 Straumann dental implants during the healing period. *J Oral Implantol.* 2013 Apr;39(2):161-7.
14. Hallman M, Sennerby L, Zetterqvist L, Lundgren S. A 3-year prospective follow-up study of implant-supported fixed prostheses in patients subjected to, maxillary sinus floor augmentation with a 80:20 mixture of deproteinized bovine bone and autogenous bone Clinical, radiographic and resonance frequency analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005; 34:273–280.
15. Larsson, K., Lundström, I., McQuenn, D. & Skalak R. (1983) The interface zone of inorganic implants in vivo: titanium implants in bone. *Annals of Biomedical Engineering* 11: 1-27.
16. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In Branemark PI, Zarb

- GA, Albrektsson T (eds.). Tissue integrated prostheses: Osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence, 1985: 199-209
17. Meredith N, Book K, Friberg B, Jemt T, Sennerby L Resonance frequency measurements of implant stability in vivo: a cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. *Gin Oral Implants Res.* 1997;8:226-233
 18. Meredith N, Rasmussen L, Sennerby L, Alleyne D. Mapping implant stability by resonance frequency analysis. *Med Sci Res.* 1996; 24: 191-3.
 19. Meredith N, Shagaldi F, Alleyne D, Sennerby L, Cawley P. The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. *Clin Oral Impl Res.* 1997; 8: 234-43.
 20. Meredith N. Determination of the elastic modulus of resin based materials as a function of resonance frequency during polymerisation. *Dent Mater.* 1999; 15:98-104.
 21. Meredith, N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Impl Res* 1996: 7: 261-267
 22. Meredith, N. (1998) Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int. J Prosthodont* 11: 491-501.
 23. Monje A, Ortega-Oller I, Galindo-Moreno P, Catena A, Monje F, O'Valle F, Suarez F, Wang HL. Sensitivity of resonance frequency analysis for detecting early implant failure: a case-control study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014 Mar-Apr;29(2):456-61
 24. Rabel A, Köhler SG, Schmidt-Westhausen AM. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clin*

- Oral Investig 2007; 11:257–265.
25. Rasmusson L, Meredith N, Kahnberg KE, Sennerby L. Stability assessments and histology of titanium implants placed simultaneously with autogenous onlay bone in the rabbit tibia. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1998; 27:229–235.
 26. Rodrigo D, Aracil L, Martin C, Sanz M. Diagnosis of implant stability and its impact on implant survival: a prospective case series study. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:255-261.
 27. Sadeghi R, Reza Rokn A, and Miremadi A. Comparison of Implant Stability Using Resonance Frequency Analysis: Osteotome Versus Conventional Drilling. *J Dent (Tehran)*. 2015 Sep; 12(9): 647–654.
 28. Schulte, W.; d'Hoedt, B., Lukas, D.; Maunz, M.; Steppeler, M. Periotest for measuring periodontal characteristics correlation with periodontal bone loss. *J. Periodont Res* (1992) 27: 184-90.
 29. Schulte, W.; Lukas, D. The Periotest Method. *International Dental Journal* (1992) 42: 433-40.
 30. Zarb, G.A. & Albrektsson, T. Osseointegration – A requiem for the periodontal ligament? *Editorial. Int J Periodont Restorative Dent* 1991;11:88-91.