



**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Departamento de Ciencias de la salud

**Estudio de la rehabilitación del maxilar atrófico  
con implantes zigomáticos.**

**Comparación del protocolo Branemark vs el  
Zigoma QUAD.**

Autor:

Javier Mareque Bueno

Directores:

Prof. Dr. D. José Luís Calvo Guirado

Prof. Dr. D. Carlos Pérez Albacete Martínez

Murcia, febrero de 2016





FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Departamento de Ciencias de la salud

**Estudio de la rehabilitación del maxilar atrófico  
con implantes zigomáticos.**

**Comparación del protocolo Branemark vs el  
Zigoma QUAD.**

Autor:

Javier Mareque Bueno

Directores:

Prof. Dr. D. José Luís Calvo Guirado

Prof. Dr. D. Carlos Pérez Albacete Martínez

Murcia, febrero de 2016



## Índice

1. Presentación de la tesis.....	pag. 7
2. Agradecimientos.....	pag. 9
3. Índice de abreviaturas, figuras y tablas.....	pag. 11
4. Introducción.....	pag. 13
5. Revisión y actualización bibliográfica.....	pag. 19
5.1. Concepto de osteointegración y definición de implante.....	pag. 19
5.2. Peculiaridades anatómicas del maxilar atrófico.....	pag. 31
6. Hipótesis.....	pag. 45
7. Objetivos.....	pag. 47
8. Material y métodos.....	pag. 49
9. Resultados.....	pag. 61
10. Discusión.....	pag. 67
11. Conclusiones.....	pag. 85
12. Bibliografía.....	pag. 87



## **1. PRESENTACIÓN DE LA TESIS**

Esta tesis es el estudio prospectivo de 82 pacientes con maxilares atróficos rehabilitados mediante 169 implantes zigomáticos y 198 implantes convencionales (124 alveolares y 74 pterigoideos) para su rehabilitación protésica entre los años 1999 y 2015. Los pacientes han sido intervenidos por el Dr. Guillermo Raspall y el Dr. Javier Mareque.

En este estudio valoramos diversos factores como el sexo, la edad, la causa del edentulismo y los distintos esquemas implantológicos.

En la revisión bibliográfica se describen conceptos básicos de la implantología y las diferentes alternativas existentes para afrontar el problema del edentulismo maxilar avanzado.



## 2. AGRADECIMIENTOS

A mis padres por darme todo lo necesario para poder volar alto. Un ejemplo difícil de igualar.

A mi madrina, también abuela y segunda madre, por su empuje y refuerzo toda mi vida. Abuela eres la mejor paciente de mi serie.

A mi mujer Berta, la luz que guía mis pasos. No se porque pero siempre tiene la razón, mi mejor consejera. Sin ti no soy nada.

A mis hijos Javier, Jaime y José por el tiempo que les he robado para este manuscrito, ellos son el principio y el fin.

A mi hermanísima Marisol, ella me aconsejó dedicarme a la Cirugía Oral y Maxilofacial, hoy esto es mi trabajo, mi hobby, mi pasión, mi obsesión.

A mis compañeros de viaje: Dr. Facal, Dr. López Vilagrán, Dr. Grybauskas, Dr. Rogé, su enfoque hacia la excelencia me incita a hacer las cosas mejor cada día.

Al Dr. Pons Calabuig gracias por tu ayuda en este estudio, espero que trabajemos muchos años juntos.

Al Dr. Pifarré Sanahuja el trajo la especialidad a Cataluña y fundó un colectivo con gran generosidad y humanismo. Mis agradecimientos allí donde estés.

Al Dr. Guillermo Raspall Martín por guiarme desde mis primeros pasos en la especialidad. Un honor compartir despacho contigo ahora.

Al Dr. Eduard Ferrés Padró por creer en mí desde el principio, por tratarme como a un hijo y por su aliento en todo momento. Sin sus consejos no hubiera sido posible.

Al Dr. Luis Giner Tarrida, el confió en mi y me dio alas en la Universidad. Gracias por tu soporte Decano.

Al Dr. José Luís Calvo Guirado mi amigo, mi compañero, mi director de tesis y mi guía en los asuntos académicos. Gracias Pepelu.

### 3. INDICE DE ABREVIATURAS, FIGURAS Y TABLAS

#### Abreviaturas:

QUAD- Zigoma cuádruple

Dr. - Doctor

cols- colaboradores

Ti- titanio

A° armstrong

Fe- hierro

mm- milímetros

mm<sup>3</sup>- milímetros cúbicos

N- newton

N/cm<sup>2</sup>- Newton por centímetro cuadrado

µm- micrómetro

BIC- bone implant contact

ZAGA- Zygomatic Anatomy-Guided Approach

#### Figuras:

1- Tipos de hueso según calidad ósea (Lekholm y Zarb 1985).

2- Tipos de hueso según la calidad ósea (Lekholm y cols., 1985).

3- Clasificación del maxilar según Cawood Howell.

4- Abordaje crestal del maxilar superior.

5- Realización de una ventana en la pared anterior del seno maxilar y despegamiento de la membrana de Schneider.

6- Fresa de inicio de bola.

7- Medida de profundidad de fresado.

8- Inserción del implante.

9- Retirada del transportador.

- 10- Colocación del tapón de cierre.
- 11- El implante arranca en la cresta y su trayecto es intrasinusal hasta el malar.
- 12- El implante perfora la pared anterior del maxilar y gran parte del implante pasa por dentro del seno pero no su totalidad.
- 13- Tipo 2, gran parte del cuerpo del implante tenga un trayecto extrasinusal, pero sin dejar espacio entre el implante y la parte anterior del maxilar (tomada de Aparicio y cols 2014).
- 14- Tipo 3, la parte media del implante no toca el hueso.
- 15- El implante viaja totalmente extrasinusal (tomada de Aparicio y cols 2014).

Tablas:

- 1- Datos epidemiológicos de la muestra.
- 2- Origen del edentulismo.
- 3- Implantes más frecuentemente utilizado.
- 4- Tabla de implantes utilizados y tasa de éxito y fracaso.
- 5- Datos de estudio.
- 6- Frecuencias esperadas.
- 7- Resultados documentados de los implantes zigomáticos.
- 8- Código de éxito de los implantes zigomáticos.
- 9- Complicaciones sinusales documentadas en diferentes estudios en los que los implantes zigomáticos se colocaron siguiendo un protocolo de dos pasos.
- 10- Complicaciones sinusales documentadas en diferentes estudios en los que los implantes zigomáticos se colocaron siguiendo un protocolo de función inmediata.
- 11- Sistema staging de tomografía computerizada Lund-Mackay.
- 12- Criterios de diagnóstico de la Rinosinusitis.

## 4. INTRODUCCIÓN

Desde que Branemark, en la década de los 70, presentara su experiencia en el tratamiento de pacientes con edentulismo mediante la colocación de implantes endoóseos, la rehabilitación con implantes pasó a ser uno de los procedimientos más frecuentes y habituales en la práctica diaria. Es por ello, que la implantología oral ha ido convirtiéndose progresivamente en el método de elección en rehabilitación oral (Branemark y cols., 1977).

La pérdida dental suele estar asociada con una reabsorción ósea progresiva que en cierta medida puede limitar o imposibilitar la colocación de implantes de forma inmediata., sobretodo en el sector posterior del maxilar superior (Widmark y cols., 2001).

Por otro lado, el tratamiento implantológico convencional, en ciertos casos, no puede aplicarse en la mandíbula atrófica de algunos pacientes, debido a una avanzada reabsorción ósea y/o a la presencia de unos senos maxilares extensos, llevando a unas cantidades inadecuadas de tejido óseo para el anclaje de los implantes.

Es por ello que, se han ido desarrollando un gran número de técnicas quirúrgicas y procedimientos a lo largo de estos 30 años para intentar mejorar la cantidad y la calidad del hueso secundario a la pérdida dental que dificulta la colocación de implantes de forma convencional. Durante estas décadas, los injertos óseos previos o simultáneamente con la colocación de implantes, se han convertido en un procedimiento rutinario en rehabilitación oral.

Las técnicas de aumento óseo, como la elevación del seno maxilar o los injertos en bloque de tipo “onlay”, han sido descritas con el objetivo común de incrementar o aumentar el volumen del hueso de soporte (Becktor y cols., 2008; Collins y cols., 1995; Graziani y cols., 2004; Hallman y cols., 2002; Jensen y cols., 2009; Keller., 1995,; Lekholm y cols., 1985; Petruson y cols., 2008; Raghoobar y cols., 2001; Regev y cols., 1995; Rosen y cols., 1999; Sjostrom y cols., 2007; Tan y cols., 2008; Wallace y cols., 2003; Widmark y cols., 1998).

Para poder realizar una rehabilitación con implantes en el sector posterior, previamente, se deben tener en consideración una serie de características anatómicas y funcionales específicas.

Las principales características anatómicas que pueden dificultar la rehabilitación del maxilar atrófico son: la presencia del seno maxilar, la reabsorción de la cresta ósea y la disminución de las trabéculas óseas. Respecto a las características funcionales que complican la rehabilitación oral de dicho sector, cabe destacar la gran intensidad de las fuerzas generadas durante la masticación sobre esta región anatómica.

#### Características anatómicas:

El seno maxilar se sitúa en el cuerpo del maxilar superior de forma bilateral y en íntimo contacto con la cavidad nasal. Tiene un volumen medio de 15 mm y su forma varía según la edad del paciente, pudiendo aumentar de tamaño en la edad adulta, en función de la actividad osteoclástica (Raspall., 1997). En los pacientes adultos es piramidal y presenta dos partes: la base en la pared lateral de las fosas nasales y el vértice a nivel del proceso zigomático. El primer premolar y un pequeño receso posterior a las raíces del cordal marcan los límites anteriores y posteriores del suelo maxilar.

La pérdida de dientes en el sector posterior del maxilar superior provoca una reabsorción ósea progresiva que origina un defecto óseo vertical y vestibulo-lingual, que junto con la neumatización del seno maxilar puede imposibilitar o complicar la colocación de implantes dentales de forma convencional. Esto es

debido al elevado contenido en hueso esponjoso que presenta la región posterior de la cresta alveolar del maxilar superior. Al estar poco trabeculado aumenta sensiblemente el índice de fracasos en la osteointegración (Jaffin y cols., 1991).

La intensidad de las fuerzas oclusales sufridas en el sector posterior comprometen todavía más el manejo del maxilar atrófico. La estabilidad y la viabilidad de los implantes están influenciadas por las fuerzas masticatorias generadas en el sector posterior. La intensidad de la fuerza masticatoria generada a nivel de los molares puede llegar a los 500 N y triplicarse en caso de que el paciente presente alguna parafunción (Gibbs y cols 1986).

En la actualidad se dispone de numerosas técnicas quirúrgicas que permiten adecuar el lecho implantario, preparándolo de acuerdo a las necesidades protésicas. De este modo, se pueden solventar las importantes deficiencias anatómicas y soportar la gran intensidad de fuerzas aplicadas en el sector posterior. Dichas técnicas van desde la utilización de injertos óseos de aposición, la realización de la elevación del seno maxilar, la colocación de implantes pterigoideos o la colocación de implantes zigomáticos.

Hoy en día, el hueso autólogo sigue siendo el “gold standard” como material de injerto en muchas indicaciones. Además de los riesgos y las complicaciones que puede presentar el procedimiento para obtener el injerto por sí mismo, hay que añadir una zona donante extra con una morbilidad adicional, una mayor duración de la intervención y un coste mayor (Tong y cols., 1998; Aghaloo y cols., 2007; Esposito y cols., 2006).

Para la rehabilitación del sector maxilar atrófico, la técnica de injertos óseos de tipo inlay o injerto sinusal maxilar parece ser la técnica más extendida. Descrita por Boyne y James en 1980, consiste en la obtención de un fragmento de hueso de una zona donante (cresta ilíaca, mentón, rama mandibular o calota) y su colocación en el interior del seno maxilar, entre la mucosa sinusal y el suelo del seno maxilar, a través de una ventana ósea realizada en la pared anterior del seno (Boyne y cols., 1980; Acero-Sanz y cols., 2002). A partir de dicha técnica se han

descrito diferentes abordajes y materiales de relleno del seno maxilar alternativas a la técnica original.

Pese a la existencia de numerosos estudios, la eficacia de los procedimientos de elevación del seno maxilar sigue, hoy en día, en controversia. La gran mayoría de artículos que describen estas técnicas fallan a la hora de definir los criterios de éxito y de fracaso de los implantes, así como también, al no describir la altura ósea inicial ni tomar radiografías estandarizadas en las visitas de seguimiento (Raghoobar y cols., 2001; Hallman y cols., 2002; Graziani y cols., 2004).

Para poder realizar estos procedimientos, suele ser necesario o conveniente esperar a que el injerto se revascularice y por lo tanto, que se favorezca la osteogénesis. Todo ello conlleva una espera de 6 a 9 meses, una segunda intervención para la colocación de los implantes y en algunos casos, una tercera intervención para la colocación de los pilares de cicatrización. A considerar también, que en ciertas ocasiones se añade material de xenoinjerto al injerto autólogo para obtener un mayor volumen. De este modo, el hueso resultante presentará unas características histológicas diferentes y un menor índice de contacto entre hueso e implante respecto al hueso nativo (Yildirim y cols., 2001).

Con el fin de evitar dichos tiempos de espera, actualmente se disponen de dos técnicas para rehabilitar la región posterior de un maxilar superior atrófico de forma directa y sin necesidad de realizar injertos óseos. Estas serían la colocación de implantes pterigoideos y de implantes zigomáticos (Tulasne y cols., 1989; Branemark y cols., 2000).

Fue Tulasne en 1989 quien, sugerido por Paul Tessier, introdujo y describió la técnica de los implantes pterigoideos. Estos implantes son fijaciones de 13 a 20 mm de longitud colocados a nivel de la apófisis pterigoides que permiten, de esta manera, la rehabilitación protésica del sector posterior sin la necesidad de injertos óseos adicionales (Tulasne y cols 1989; 1992). En la actualidad, esta técnica sigue siendo un recurso quirúrgico cuando se dispone de poco hueso en el sector posterior del maxilar y en la que el paciente no quiere sufrir tratamientos adicionales (Curi y cols., 2015; Rodríguez y cols., 2014).

La técnica de los implantes zigomáticos fue introducida por el grupo de Branemark. En su primer estudio colocaron 65 implantes zigomáticos en 27 pacientes. A los 12 años de seguimiento no se había perdido ni un implante (Branemark y cols., 2001). Los implantes zigomáticos son fijaciones de 30 a 50 mm de longitud que, insertadas en el cuerpo del hueso malar, emergen a nivel de los premolares. Al presentar una conexión del implante angulada, permiten la rehabilitación del sector posterior sin necesidad de realizar injertos óseos.

En una revisión de la técnica de los implantes zigomáticos realizada por Aparicio y cols., en 2014, se presentaban 32 estudios en los cuales se colocaron 2132 implantes zigomáticos en 1031 pacientes con un periodo de seguimiento de 6 meses a 12 años. Solamente fracasaron 42 implantes por lo que se obtuvo una tasa de supervivencia del 98,1%. Pese a que los resultados de varios de estos estudios se solaparon, los datos preliminares muestran que la técnica de los implantes zigomáticos es una técnica altamente predecible que proporciona unos óptimos resultados clínicos (Aparicio y cols., 2014).

Mediante estos dos procedimientos o técnicas, el hueso compacto no precisa ser transferido de la zona donadora a la zona receptora, ya que los implantes utilizan un hueso vecino compacto para anclarse en él. De este modo, las fuerzas aplicadas sobre las prótesis soportadas por estos implantes, se transmitirán hasta los arbotantes zigomático o pterigomaxilar.

El proceder en la segunda fase es el mismo que se sigue en la colocación de los implantes con la técnica convencional, así como los tiempos de espera. Por otro lado, se reduce el tiempo general de tratamiento al no ser necesario un tiempo de espera al no haberse utilizado técnicas que precisen de injertos óseos.

El objetivo de esta tesis es la de poner en relieve la utilidad de los implantes zigomáticos para rehabilitar el sector posterior del maxilar superior atrófico. Se presenta una serie de 179 implantes zigomáticos y 198 implantes convencionales en 82 pacientes y se estudia el éxito y el periodo de osteointegración, la posición, longitud y tipo de implante, así como las complicaciones y tipo de prótesis empleada.



## 5. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 DEFINICIÓN DE IMPLANTE Y DE OSTEOINTEGRACIÓN

#### 5.1.1 Concepto de Osteointegración e implante

El Implante dental es un dispositivo quirúrgico que se compone de material aloplástico y que posee una serie de características mecánicas (el diseño de la superficie y de la estructura) y otras bioquímicas (la adhesión directa al hueso). Su principal función es la de soportar una prótesis dental. Para conseguir la osteointegración se deben cumplir una serie de factores, de entre los cuales, tres dependen directamente del implante. Estos son: la composición del implante, la superficie del implante y el diseño del mismo (Albrektsson y cols., 1981).

Osteointegración podría ser definida como la conexión firme, íntima y duradera entre la superficie del implante y del hueso que lo sustenta, estando sometido a una carga funcional (Branemark et., Al 1997). En un primer momento, se pretendía utilizar dicha técnica exclusivamente en aquellos pacientes desdentados totales, ya fuese en el maxilar como en la mandíbula. En la actualidad, son varios los autores que han demostrado su utilidad en el tratamiento de pacientes desdentados parciales (Albrektsson y cols., 1981).

Es a P.I. Branemark, un traumatólogo sueco, a quién se le puede considerar como padre de la implantología. Se podría decir que dicha técnica tiene su origen en la fascinación que presentaba éste por la cicatrización ósea. Para poder estudiar este tipo de cicatrización, ideó un modelo experimental en el que se pudiera observar la reparación ósea "in vivo". De este modo no era necesario utilizar animales y por lo tanto evitándoles el sacrificio.

El modelo experimental estaba constituido por una cámara óptica de titanio que se implantaba en la tibia de un conejo y que estaba conectada a un microscopio. Gracias a esta cámara implantada en el hueso, Branemark consiguió un correcto seguimiento de la nueva formación ósea (Branemark y col., 1964). La falta de retención y anclaje de las prótesis sobre los huesos maxilares, llevó a la Universidad de Goteburgo a interesarse en encontrar nuevos sistemas de anclaje.

Tras probar diferentes modelos experimentales, observaron que el sistema que ofrecía mejores resultados era a partir de implantes endoóseos. Una vez colocado el implante se dejaba “madurar” el hueso que lo rodeaba hasta la colocación de un pilar transepitelial. Se inició una fase de experimentación en animales una vez escogido el diseño que ofrecía mejores resultados, que era el de tornillo roscable (Carlsson y cols., 1986).

En sus estudios observaron que el proceso de osteointegración se asemejaba notablemente con el de la reparación de fracturas óseas. Ambos procesos, requerían un periodo de inmovilización en el que se efectuase una fase inicial de desmineralización y que a continuación se siguiera por otra de remineralización. Fue entonces cuando se determinó que aquel implante capaz de transferir carga al hueso sin que hubieran movimientos detectables entre el hueso y el implante, era un implante osteointegrado.

Por otro lado se observó que la realización de una carga inmediata del implante podía conducir al fracaso del mismo por no producirse el proceso de osteointegración. En estos casos, se formaba una capa de tejido blando de origen conectivo que se interponía entre el implante y el tejido óseo. La aparición de este tejido daba lugar al fracaso de la osteointegración y por ende al fracaso del implante, ya que al ser de naturaleza elástica permitía la movilidad y el hundimiento del implante (Branemark y cols., 1969).

El término de osteointegración tiene diversos significados y connotaciones según el nivel en que se estudia (Raspall., 1994). El metal y el hueso se encuentran

íntimamente relacionados por una capa de óxidos de titanio y otra capa de glicoproteínas (Lumbikanonda y cols., 2001).

El titanio se trata de un metal bioinerte que se oxida con facilidad y que se recubre de forma espontánea por una capa de sus propios óxidos. Esta capa generalmente tiene alrededor de 10 Å de espesor, pero puede aumentar de tamaño si se somete a cambios térmicos o si se expone a los tejidos vivos. A diferencia de los óxidos metálicos, estos óxidos son altamente resistentes a la corrosión (Ivanoff, 1994).

Para permitir una mejor distribución de la carga a la que va a estar sometido el implante, la superficie del implante osteointegrado, es decir, la que establece un contacto íntimo con el hueso, debe ser la máxima posible (Rangert y cols 1995). En numerosos estudios se ha comprobado que para que pueda darse este fenómeno, el de osteointegración, es necesario que transcurra un tiempo determinado.

Transcurridos 15 días todavía no se ha establecido ningún tipo de contacto, al mes de la colocación el 25% de la superficie ha establecido contacto, a los 3 meses prácticamente el 50% de la superficie tiene contacto, momento en el cual existe la posibilidad de cargar protéticamente los implantes y a los 12 meses mas del 95% de la superficie ha establecido contacto (Baier y cols., 1984).

También se establece una relación entre el pilar o aditamento y la mucosa gingival. Son varios los estudios en los que se ha observado la capacidad de las células epiteliales para adherirse al titanio. Parece ser que este mecanismo está mediado por unas estructuras similares a los hemidesmosomas emitidos por las células epiteliales periimplantarias que emiten sus pseudópodos formados por glicoproteínas (Lumbikanonda y cols., 2001; Chehroundi y cols., 1991).

### **5.1.2 Factores que determinan la Osteointegración de los implantes dentales**

Son muchos los autores que han definido o determinado los factores involucrados en la osteointegración de los implantes. Según Albrektsson, la osteointegración está determinada por: el tipo de implante (englobando el material del implante, la superficie del implante y el diseño), el lecho quirúrgico, la técnica quirúrgica utilizada y la carga protésica (Albrektsson y cols., 1981).

*5.1.2.1 El material del implante:* según la Sociedad Europea de Biomateriales, un biomaterial es aquel material no vital que se utiliza en el ámbito médico con el fin de obtener una reacción o interacción con un determinado sistema biológico (Williams y cols., 1987).

A día de hoy y corroborado por los estudios realizados hasta la fecha, es el titanio puro comercial (Ti 99.7%, Fe 0.05%) el metal más biocompatible del que podemos disponer (Wilke y cols., 1990). El titanio cumple con todos los requerimientos que un biomaterial ha de cumplir en implantología dental, pues es biocompatible, se osteointegra, es bifuncional, es resistente a la corrosión, es procesable y disponible.

Es por ello que puede utilizarse como base para la fabricación de implantes dentales (Breme y cols., 1998). El titanio, que es uno de los elementos metálicos más abundantes junto con el aluminio, el hierro y el magnesio, es un material altamente reactivo e inestable en relación con sus óxidos.

Esta inestabilidad le aporta una elevada resistencia a los ataques por los medios líquidos, al comportarse pasivamente gracias a una fina capa adherente de óxido con efecto protector. Esta capa de óxido está formada por: TiO, TiO<sub>2</sub>, Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Gracias a esta pasividad, el titanio presenta mayor resistencia a la corrosión que el resto de los metales (Bert y cols., 1991 ; Wennerberg y cols., 1993).

*5.1.2.2 La superficie del implante:* la superficie del implante es la responsable de provocar la adhesión celular y el inicio de la aposición ósea. Es en esta

superficie donde se concentran las propiedades topográficas y físico-químicas que establecen la calidad de la misma (Kieswetter y cols., 1997).

Los agentes químicos y biológicos no interaccionan directamente con el metal, sino con la capa estable de óxido que lo envuelve. Lim y cols., en 2001, demostraron que cualquier superficie rugosa muestra una superficie de contacto mucho mayor que una superficie lisa del mismo material.

Respecto a su topografía superficial, los implantes se pueden clasificar como: **lisos** (superficie mecanizada) y **rugosos** (superficie rugosa). La superficie de los primeros implantes se caracterizaba por ser lisa, es decir mecanizada. Hoy en día, se ha observado que la rugosidad superficial del implante interviene notoriamente en la modulación de la función osteoblástica.

Se puede conseguir rugosidad en la superficie de un implante, a priori pulido, mediante dos procedimientos: por adición, es decir, mediante la pulverización con partículas, o por sustracción, que consiste grabar la superficie con ácido. De este modo se consigue modificar la superficie del implante, aumentando la superficie de contacto entre implante y hueso.

No obstante, se cree que el grabado ácido puede influir sobre las propiedades químicas del implante (Lazzara y cols., 1999). En 1993, Wennerberg y sus colaboradores realizaron un estudio en el que se comparaban los 13 sistemas de implantes más comúnmente utilizados. Los clasificaron en cuatro grupos diferentes según como fuese su composición superficial: los que contenían hidroxiapatita en la superficie, los de superficie pulverizada con plasma de titanio, los que presentaban aleaciones de titanio y lo de titanio puro.

A pesar de ser todos válidos tanto en el diseño como en la topografía superficial, los resultados obtenidos en el estudio variaban considerablemente entre los diferentes sistemas de implantes (Wennerberg y cols., 1993). Alrededor de los implantes con superficie rugosa existe una mayor proliferación y diferenciación de las células óseas. Esto es debido a que dichos implantes

presentan una mayor incorporación de timidina y un aumento en la síntesis de osteocalcina, respecto a los implantes con superficies lisas (Mustafa y cols., 2001).

Por otro lado, se ha observado que existe una mayor presencia de hueso marginal y una mayor cantidad y densidad ósea en la interfase entre el hueso y el implante, en los implantes con superficie rugosa que en los implantes con superficie lisa (Gotfredsen y cols., 2001).

Estos acontecimientos alrededor de las superficies rugosas hacen que aumente el grado de estabilidad del implante una vez colocado. Son varios los autores que han demostrado en sus estudios que para desenroscar los implantes de superficie rugosa es necesario aplicar un mayor torque de desinserción que para los implantes de superficie pulida o lisa.

Los autores atribuyen este fenómeno a la presencia de un mayor índice de contacto entre hueso e implante (Carlsson y cols., 1998; Wennerberg y cols., 1995; Abrahamsson y cols., 2001). En un estudio en el que se realizó la evaluación histomorfométrica de los dos tipos de implantes se demostró que existía un mayor índice de contacto entre hueso e implante y una mayor cantidad de hueso alrededor de las espiras de los implantes pulverizados, es decir rugosos, respecto a los no pulverizados y por lo tanto lisos (Ivanoff y cols., 2001).

Otro factor a tener en cuenta para que la implantación sea un éxito es que la superficie del implante reciba un tratamiento adecuado por parte del fabricante, eliminando la microcontaminación física, química y biológica de la superficie del implante. Es por este motivo por el los implantes no se esterilizan de forma convencional para no facilitar el depósito de contaminantes físico-químicos. La esterilización de los implantes se realiza mediante técnicas de radiación ultravioleta o de radiofrecuencia, siendo esta última, la que deja la superficie más limpia (Binon y cols., 1992).

Actualmente, está en discusión la utilidad de realizar un recubrimiento del implante con hidroxiapatita. El porcentaje de éxito de los sistemas de implantes

basados en este recubrimiento no parece ser mayor que los sistemas basados en la interfase metal-hueso (Wennerberg y cols., 1995).

Hayakawa y sus colaboradores, observaron un efecto beneficioso sobre la respuesta ósea durante la fase de cicatrización, cuando añadían una cubierta de fosfato cálcico sobre la superficie rugosa. Tras doce semanas de estudio, observaron que la cicatrización ósea había finalizado prácticamente en los implantes tratados con fosfato cálcico (Hayakawa y cols., 2000).

Algunos sistemas de implantes combinan los dos tipos de superficie, dejando una parte lisa o mecanizada en la parte coronal del implante (los 3 mm más coronales) y el resto de superficie rugosa.

*5.1.2.3 El diseño del implante:* el diseño del primer implante, realizado por Branemark, implicaba aterrajear el lecho óseo previamente a la colocación del implante (Adell y cols., 1981). Tras el primer implante autorroscante surgió una segunda generación en la que se mejoró el manejo del implante y se optimizaron los resultados (Olsson y cols., 1995).

Desde ese momento y teniendo en cuenta la gran variedad de sistemas de implantes que se utilizan actualmente, el diseño del implante contempla que éste sea autorroscante, no obstante, en aquellas situaciones donde la resistencia al roscado pueda comprometer la viabilidad del implante, será preciso la utilización del macho de terraja para preparar el lecho óseo.

El diseño que permite distribuir la carga a lo largo de toda la superficie del implante, es la de tornillo roscable, que además es la forma del implante que se reproduce con mayor frecuencia. No obstante, en numerosos estudios se ha observado que los tres primeros pasos de rosca soportan mayor carga que el resto (Rangert y cols., 1989 y 1995; Olsson y cols., 1995).

Las dos principales ventajas que presentan los implantes roscados respecto a los implantes cilíndricos son, por un lado, que las espiras mejoran la estabilidad primaria al disminuir los micromovimientos, y por otro lado, que mejoran la transferencia de cargas desde el implante al hueso, ya que las trabéculas óseas se adhieren al filo de las espiras (Cohran y cols., 1998).

En la actualidad existen una infinidad de diferentes tipos de implantes, pero pese a ello, se suele poder distinguir tres partes comunes en todos ellos: la **corona**, el **cuerpo** y el **ápice**.

La **corona** es la parte del implante donde se fija la prótesis. Ella suele estar compuesta por una plataforma de superficie redonda y una estructura que puede ser hexagonal, ya sea interna o externa (en función de si está hacia fuera o hacia dentro de la fijación), o cónica (tipo cono morse). Estas dos formas suelen ser las más comunes.

**Tipos de implantes según la corona:** plataforma estrecha (3,4-3,5 mm); regular (4,1 mm); ancha (5-6 mm). Estas suelen ser las medidas estándar. Últimamente, algunas casas comerciales han desarrollado implantes con una plataforma inferior o igual a 3 mm.

**Tipo de conexión: interna (cono morse, hexagonal, trilobular) y externa (hexagonal)**

La anchura de la plataforma y el diámetro del implante están relacionados en mayor o menor medida. Para poder sustituir los incisivos mandibulares, los incisivos maxilares laterales o ante un caso de agenesia incisal, en los que el espacio mesio-distal suele estar reducido, deberíamos utilizar unos implantes de plataforma estrecha. Los implantes de plataforma regular o estándar generalmente pueden utilizarse ante cualquier tipo de rehabilitación.

En cambio, los implantes de plataforma ancha se utilizan en la sustitución principalmente de molares superiores, pudiéndose utilizar también en casos de incisivos superiores anchos y en premolares.

El **cuerpo** es la zona del implante que presenta la mayor longitud y se sitúa entre la corona y el ápice. Esta parte del implante presenta cuatro características esenciales que son: el diámetro, la longitud, el tipo de espiras (si es roscado) y la forma. Existen diferentes diámetros: estrecho (3-3,3mm), mediano (3,75-4,3 mm), ancho (5- 6mm).

La longitud del cuerpo será la que determinará la longitud del implante. Esta puede variar entre 7 mm y 20 mm para los implantes convencionales mientras que los implantes pterigoideos han de medir como mínimo 13 mm siendo aconsejable utilizar el de mayor longitud posible. Por lo que respecta a los implantes zigomáticos, sus longitudes se distribuyen entre 30 mm y 50 mm.

Tipos de implantes según la forma del **cuerpo**:

- **Cilíndricos**: de un diámetro y de dos diámetros.
- **No cilíndricos cónicos**: impactados y roscados.
- **Irregulares**: impactados.

El **ápice** es la región del implante más caudal y por lo tanto más apical. En los implantes roscados existen dos tipos de ápices: **estándar y autorroscante**. En caso de utilizar implantes estándar será preciso preparar el lecho quirúrgico con el macho de terraja, a diferencia de los implantes autorroscantes, ya que el diseño del ápice permite ir conformando el hueso a medida que penetra en él.

*5.1.2.4 El lecho del implante:* debe coincidir prácticamente en tamaño con el implante que se desea colocar. Además debe estar libre de fenómenos inflamatorios o de otras patologías previas.

*5.1.2.5 La técnica quirúrgica:* la técnica quirúrgica es uno de los factores determinantes de la osteointegración y por lo tanto, del éxito de la rehabilitación. Las diferentes técnicas quirúrgicas tienen como objetivo permitir la colocación del implante en una posición adecuada para su carga, obteniendo una estabilidad primaria que le permita osteointegrarse.

Durante la preparación del lecho implantario, es decir durante el fresado óseo, no se debe aumentar la temperatura ósea por encima de los 42 grados por un tiempo superior a un minuto (Eriksson y cols., 1983).

Como la temperatura crítica del hueso es de 47 grados centígrados, no se debe superar este umbral, ya que por encima de él, el osteocito se necrosa y es sustituido por fibroblastos, comprometiendo de este modo el proceso de osteointegración. Es por ello que es tan importante la refrigeración mediante la irrigación con suero salino durante el fresado (Eriksson y cols., 1984).

El fresado del lecho implantario se inicia con una fresa de tipo bola conocida como fresa guía, que indica o marca el punto de entrada. A continuación se introduce la fresa de 2 mm, con lo que se fija la inclinación deseada hasta la profundidad adecuada. Seguidamente se introducen sucesivamente las fresas de diferentes calibres hasta obtener el diámetro deseado.

Para poder adecuar el hueso al cuello del implante, en ocasiones se utiliza un avellanador. En caso de encontrar una dureza del hueso considerable, podemos pasar el macho de terraja para que el implante se coloque en el hueso con una mayor suavidad, evitando de este modo el sobrecalentamiento por fricción. La introducción del implante se realiza sin irrigación con el fin de impregnar toda la superficie del implante de sangre.

*5.1.2.6 Las condiciones de carga:* son tres los factores a considerar que se relacionan con la carga sobre los implantes: el momento de la carga, la intensidad de las fuerzas y el comportamiento de las fuerzas.

Para obtener una correcta osteointegración, tal y como establece el protocolo estándar, no se debe realizar la carga prematura del implante a no ser que se cumplan una serie de requisitos. A pesar de ello, los avances en la técnica han permitido que actualmente se pueda realizar la carga de la prótesis de forma inmediata obteniendo una correcta osteointegración (Andersen y cols., 2002).

Otro de los factores clave a tener en cuenta es la oclusión. Gracias a una correcta oclusión y por lo tanto distribución de fuerzas, se pueden soportar mejor las fuerzas aplicadas sobre la prótesis. Otro factor a tener en cuenta es conseguir una correcta oclusión con el fin de soportar mejor las fuerzas aplicadas. El camino para obtener una oclusión óptima es a través de la realización de una correcta técnica prostodóncica.

Para ello se deberán evitar zonas de tensión/estrés, pues podrían ser las causantes de provocar fracturas de los implantes o de las prótesis, aflojamientos de los tornillos que retienen las prótesis, o incluso fracturas óseas (Rangert y cols., 1995).

Previamente a la rehabilitación oral de un paciente, se debe decidir que tipo de prótesis se va a realizar y estimar que carga deberá soportar. También hay que tener en cuenta que, para poder conseguir el éxito de la prótesis, es necesaria una óptima colocación de los implantes que la van a retener o soportar.

Según Reiger, existen una serie de consideraciones para poder adecuar los implantes a las condiciones de carga (Reiger, 1991). Éstas serían:

1. Se debe seleccionar el diámetro y la longitud del implante de forma que se consiga el máximo anclaje posible en el hueso cortical.
2. En las zonas, en donde las condiciones de carga son más intensas y por ello pueden ser más nocivas para los implantes (sectores posteriores), es donde se hace más necesario la correcta colocación de los implantes.
3. Es siempre más importante la estabilidad del implante una vez colocado que los factores de microadherencia superficiales (tales como hidroxiapatita, microrrugosidades, rosca).
4. Para que los implantes puedan compartir la carga y por lo tanto, actuar en grupo, deben estar distribuidos correctamente.

5. No es necesario prolongar el periodo de osteointegración. Hacerlo, puede ser nocivo ya que puede producir la desmineralización del hueso circundante. Una manera de evitarlo, es permitiendo una carga progresiva que permita la remineralización.

6. Los implantes post-extracción tienen beneficios biomecánicos evidentes, pero es necesario realizarles un estrecho seguimiento ya que el proceso de osteointegración en estos casos puede tener resultados variables.

7. La concentración de fuerzas en un implante, es decir la sobrecarga de un implante, puede conllevar su fracaso.

Durante un ciclo masticatorio normal intervienen dos tipos de fuerzas que se comportan de forma diferente. Estas son las fuerzas axiales y las fuerzas transversales.

La gran mayoría de fuerzas son axiales y actúan paralelas al eje del implante distribuyéndose a través del mismo. No obstante, existe un componente transversal producido por los movimientos horizontales de la mandíbula y por la superficie oclusal de los dientes, que se concentra en parte del implante y en el hueso que lo rodea.

El conjunto de fuerzas que actúa sobre la prótesis debe transmitirse al implante y de éste al hueso que lo rodea. Para que esto sea posible, es necesario realizar un correcto diseño geométrico de las prótesis sobre implantes que permita distribuir uniformemente las fuerzas generadas por la masticación.

La naturaleza de las fuerzas transversales se representa mediante el mecanismo de palanca de clase I. El producto de la fuerza aplicada por la distancia del eje es la misma en ambos lados del fulcro. Son varios los autores que han documentado las fuerzas que actúan sobre las prótesis de arco completo sobre implantes con extensiones o cantilévers (Branemark y cols., 1985).

## 5.2 PECULIARIDADES ANATÓMICAS Y FUNCIONALES DEL MAXILAR ATRÓFICO

Tras la pérdida de los dientes del maxilar, se produce una reabsorción ósea alveolar, tanto en sentido vertical como en sentido vestibulo-lingual (Araújo y cols., 2005). En la región posterior del maxilar, además de dicha reabsorción, se produce la neumatización del seno maxilar. La combinación de estos dos acontecimientos puede llegar a complicar o imposibilitar la colocación de implantes de forma directa, es decir, de forma convencional.

Se ha observado que la pérdida ósea a nivel alveolar producida por el proceso de remodelación ósea, puede llegar a de 0,1mm por año aproximadamente, siendo ésta más marcada durante el primer año (Atwood, 1971; Araújo y cols., 2005; Hammerle y cols., 2012).

Las dos arterias responsables de la irrigación del maxilar superior son la arteria maxilar y la arteria facial que, tras establecer una densa red de microanastomosis, acaban drenando a la vena facial. Tras la pérdida dental, se produce una reducción en número y diámetro de los vasos y aumenta la tortuosidad de las anastomosis que, al reducir el aporte sanguíneo, inhibe la actividad osteoblástica y por tanto, el proceso de mineralización (Bert y cols., 1989; Soikkonen y cols., 1991).

Por otro lado, la edad del paciente también puede ser la causante de que se reduzca el aporte sanguíneo del maxilar debido a la disminución del número de vasos (Burkhardt y cols., 1987).

Respecto a los tejidos blandos, la encía que recubre la región posterior del maxilar es más gruesa a nivel de la tuberosidad maxilar que a nivel medio. Además, la vertiente palatina de la encía tiene mayor espesor que la vertiente vestibular.

Es por ello que parte del tejido palatino pueda utilizarse como material de injerto, ya sea a través de un injerto de tejido conectivo o un injerto gingival libre

(Solar y cols., 1999). Un maxilar superior atrófico ha sido considerado, clásicamente, como un gran reto a la hora de rehabilitarlo debido a su dificultad (Widmark y cols., 2001).

Es por ello que se hace necesario, previo a la rehabilitación con implantes, un estudio implantológico que evalúe las características anatómicas y funcionales del maxilar a rehabilitar. También será indispensable la descripción de la arcada antagonista al ser la principal responsable de las cargas funcionales.

Son varias las características anatómicas que pueden dificultar la rehabilitación del maxilar atrófico: la presencia del seno maxilar, la reabsorción de la cresta ósea y la disminución de las trabéculas óseas.

A nivel funcional, cabe destacar que el maxilar, especialmente a nivel posterior, está sometido a una fuerza de gran intensidad generada durante la masticación. Otro factor a tener en cuenta es la presencia de posibles parafunciones, mediante las cuales el paciente puede llegar a sobrecargar los implantes que soportan su prótesis (Solar y cols., 1999).

### **5.2.1 Anatomía y fisiología del sector posterior del maxilar**

El seno maxilar es una estructura anatómica que ocupa el cuerpo del hueso maxilar y tiene un volumen que oscila entre 4 y 35,5 mm<sup>3</sup> con 15 mm<sup>3</sup> de media (Drettner., 1980). Dadas sus dimensiones, su presencia puede dificultar la colocación de implantes en los sectores posteriores de un maxilar superior atrófico.

En la edad adulta, el seno maxilar tiene forma piramidal con la base en la pared lateral de las fosas nasales y el vértice a nivel del proceso zigomático. El hueso maxilar superior y el hueso palatino forman el suelo del seno.

El primer premolar, anteriormente, y un pequeño receso posterior a las raíces del cordal limitan al seno maxilar. En función de la actividad osteoclástica, el volumen del seno maxilar puede aumentar en la edad adulta (Raspall,. 1997).

El interior del seno maxilar está recubierto por una membrana mucosa llamada membrana de Schneider que actúa como barrera inmunológica frente a los posibles factores patógenos en contacto con el aire.

Esta membrana, a nivel histológico, está formada por un epitelio poliestratificado cilíndrico consistente en una capa de células cilíndricas ciliadas y no ciliadas, células basales, células mucíparas y una membrana basal con túnica propia. Tiene un grosor que varía de 0,13 a 1,5 mm de espesor (Herberhold,. 1982).

El epitelio ciliado es el responsable de transportar las secreciones producidas en el seno maxilar hacia el ostium de drenaje mediante el movimiento de los cilios a 1000 pulsaciones por minuto.

Mediante este movimiento, se consigue desplazar partículas diminutas, sin poder influir el movimiento de cuerpos extraños o raíces dentales de mayores dimensiones. Es por ello que, si se producen lesiones amplias de la membrana y por lo tanto, se obstaculiza el movimiento ciliar, se puede originar congestión del seno maxilar y acumulo de secreciones.

Cabe destacar que la densidad ósea en el maxilar superior es menor que en la mandíbula por lo que más vulnerable a la sobrecarga durante la aplicación de fuerzas e incluso puede llegar a comprometer el resultado de las prótesis implantosoportadas (Bahat,. 1993).

Dicha característica se puede poner de relieve mediante la realización de una radiografía panorámica. En ella se puede observar la esponjosidad del maxilar superior, siendo ésta más acentuada en el sector posterior.

Gracias a la clasificación establecida por Lekholm y Zarb, tanto el maxilar superior como la mandíbula edéntula se pueden clasificar según la forma y según la calidad del hueso en función de la densidad de las trabéculas óseas. Lekholm y Zarb diferencian cinco grupos para clasificar los maxilares edéntulos en función de la forma del corte transversal de la mandíbula y del maxilar.

Por lo que respecta a la forma del hueso maxilar, en caso de estar presente la mayor parte de la cresta alveolar se catalogará como tipo A. Por otro lado, si ha tenido lugar una reabsorción moderada de la cresta residual se clasificará como tipo B.

Si ha tenido lugar una reabsorción avanzada de la cresta residual y solamente queda el hueso basal, será de tipo C. En caso de haber comenzado la reabsorción del hueso basal se clasificará como de tipo D. Ya por último, si ha tenido lugar una reabsorción extensa del hueso basal será de tipo E (Lekholm y cols., 1985).

Figura 1: Tipos de hueso según calidad ósea (Lekholm y Zarb 1985).



A la hora de centrarnos en la calidad del hueso se establece una clasificación en cuatro diversos tipos dependiendo del porcentaje de hueso cortical compacto y del hueso trabecular.

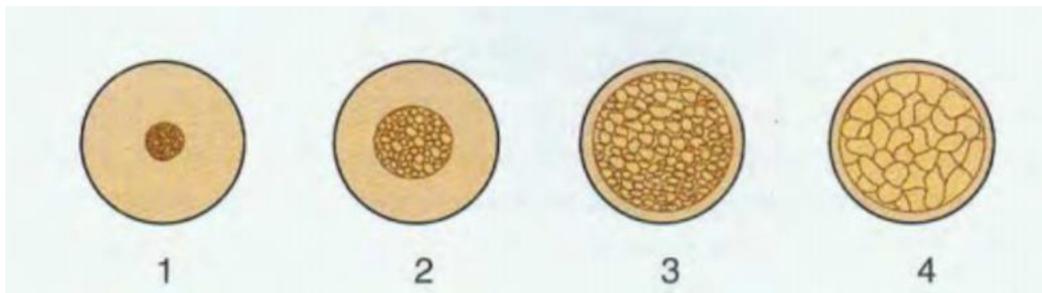
El tipo I se caracteriza porque casi todo el maxilar está compuesto de hueso compacto homogéneo.

El tipo II se determina en el caso de que la capa espesa de hueso compacto rodee al núcleo de hueso trabecular denso.

En el tipo III se observa como un denso núcleo de hueso trabecular es rodeado por una fina capa de hueso cortical.

Y por último, el tipo IV se define por un núcleo de hueso trabecular de baja densidad rodeado por una fina capa de hueso cortical. (fig.2).

Figura 2: Tipos de hueso según la calidad ósea (Lekholm y cols., 1985).



A través de la combinación de estas dos clasificaciones se podrá fijar en un principio la técnica y el modo a seguir, el diámetro adecuado de las fresas que se utilizarán y; según se determine la estabilidad primaria, la posible colocación o no de implantes.

En relación a la calidad ósea la técnica que se llevará a cabo consistirá en:

### Calidad ósea I

Debido a la alta densidad del hueso puede resultar complicado, ya que en caso de que se sobrecalentara durante la perforación, podría verse afectada y peligrar la posterior cicatrización y osteointegración. Se debe utilizar una fresa espiral de 3,15 mm para la preparación final de este tipo de hueso.

### Calidad ósea II y III

Ambos grupos proporcionan y otorgan una buena estabilidad inicial de las fijaciones. Es por ello que estos dos tipos de calidad ósea son los más adecuados para la colocación de implantes. A la hora de la preparación final de estos tipos de hueso se debe, y es aconsejable, utilizar una fresa espiral de 3,00 mm.

### Calidad ósea IV

Es el que entraña mayor dificultad a la hora de prepararlo. Se suele encontrar en las atrofas del maxilar superior. El hueso trabecular es de baja densidad, por lo tanto, a la hora de estabilizar el implante se realiza principalmente en una capa de hueso cortical muy fina. Resultan de mucha utilidad los osteotomos (para compactar el hueso) y cabe recordar que no hay que utilizar el macho de terraja para preparar el lecho.

Basándonos en la forma del maxilar la técnica a utilizar consistirá en:

**Forma A:** En el momento de la colocación de las fijaciones en el sector anterior, este tipo de maxilar normalmente requiere de gran precisión, ya que en caso de que los pilares de titanio queden expuestos se podría dar un problema estético si el paciente presenta una línea de sonrisa alta.

**Formas B y C:** Como los maxilares con estos patrones anatómicos disponen de suficiente hueso, es posible colocar en ellos los implantes sin problemas. La reabsorción de estos maxilares facilita que haya suficiente espacio interoclusal para albergar la supraestructura protésica. Normalmente estos maxilares no ofrecen complicaciones a lo largo de la intervención.

**Formas D y E:** Ambos maxilares son candidatos (siendo preferible) al injerto óseo. Para tratar de no sobrecalentar el hueso se requiere de una técnica meticulosa y cuidadosa.

Las mejores combinaciones, desde el punto de vista quirúrgico, en relación a los maxilares edéntulos son: B/II, B/III, C/II y C/III.

Mientras que, las combinaciones consideradas menos favorables de calidad y de forma son: A/IV, D/I y E/I.

En el caso de la combinación A/IV es recomendable utilizar fijaciones largas, ya que se puede lograr una estabilidad primaria al anclar el ápice de la fijación en la otra cortical.

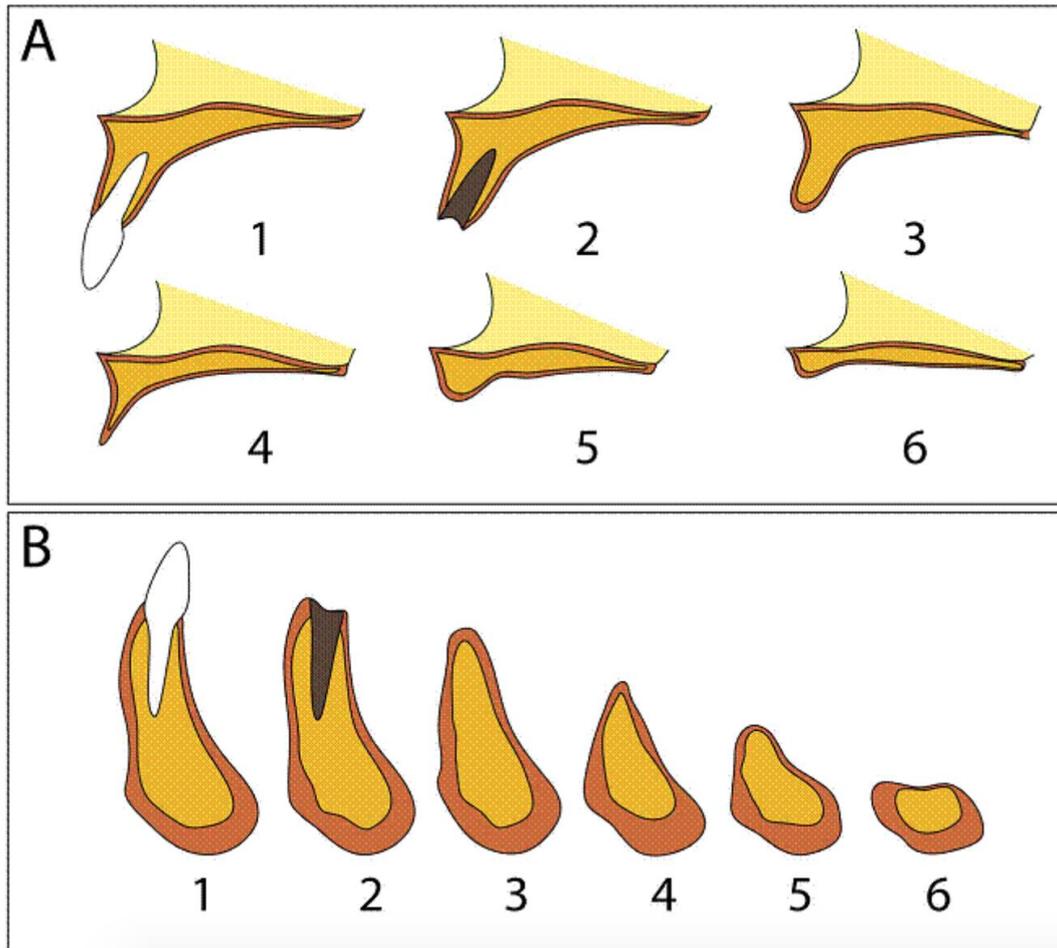
Las mandíbulas y los maxilares de forma D y E muy reabsorbidos suelen tener una calidad ósea de tipo I ya que solamente queda hueso basal. En caso de que exista hueso esponjoso en el sector posterior del maxilar será de tipo IV.

Ante las dificultades que surgen y conllevan con frecuencia las combinaciones D/I y E/I en el maxilar superior, es necesario realizar un injerto óseo previo a la colocación de los implantes.

Por otro lado, el tratamiento en las mandíbulas edéntulas D/I-II y E/I-II puede ser estándar teniendo sumo cuidado durante la preparación del lecho, para evitar sobrecalentar el hueso (Branemark y cols., 1985).

Cawood y Howel propusieron e instauraron otra clasificación para establecer un diagnóstico prequirúrgico de los maxilares edéntulos (figura 3) (Cawood y cols., 1988).

Figura 3: Clasificación del maxilar según Cawood Howell.



A raíz del estudio realizado por Cawood y Howel sobre 47 maxilares se obtiene y se postula que la altura de la cresta alveolar varía entre 13,80 y 0,80 mm y la anchura varía entre 9,30 y 3,23 mm (Cawood y cols., 1988).

Frecuentemente, en el sector posterior de un maxilar superior atrófico, no se pueden utilizar las técnicas de rehabilitación convencionales que consisten en aumentar el diámetro o el número de implantes por el escaso volumen óseo.

El índice de fallos en la osteointegración aumenta sensiblemente ya que la cresta alveolar del maxilar superior a nivel posterior está constituida en gran parte por un hueso poco trabeculado y esponjoso (Langer y cols., 1993).

Jaffin y Berman, en 1991, realizaron un estudio profundo y exhaustivo sobre el índice de fracaso de los implantes colocados en un hueso de tipo IV. De los 444 implantes colocados en el maxilar superior, 52 (12%) se colocaron en un hueso de tipo IV, de los cuales, 23 (44%) fracasaron, mientras que aquellos que se colocaron en un hueso de tipo I, II o III tan sólo fallaron el 3,6%. El índice de fallos obtenido en el sector posterior y tipo IV de la mandíbula fue de un 37% (Jaffin y cols., 1991).

### 5.2.2 Análisis de las fuerzas

Las consideraciones biomecánicas y de resistencia del implante resultan de gran importancia, debiendo analizarse las fuerzas aplicadas al masticar y su repercusión sobre las prótesis implantosoportadas; ya que, la finalidad y propósito de la colocación de los implantes dentales consiste en conectar una prótesis que cumpla con un doble propósito. Por una parte obtener un óptimo resultado estético y por otra parte soportar las fuerzas de la oclusión masticatoria.

Los molares y premolares, en condiciones normales, son sometidos a fuerzas de entre 120 N y 150 N. En oclusión céntrica, la carga a la que se someten tanto los dientes naturales como los implantes es de 50 N, pero cabe recordar que en los sectores posteriores la intensidad de la fuerza masticatoria puede llegar a los 1000 N e incluso hasta 1500 N en las parafunciones (Gibbs y cols., 1986; Richter, 1995).

Si se examina y se analiza el componente axial de las fuerzas oclusales durante la masticación, éste puede variar desde los 100 N hasta los 1.000 N (Craig, 1980).

De la arcada antagonista dependen también las fuerzas a las que se someten las prótesis sobre implantes. Si se enfrenta un maxilar rehabilitado a los dientes naturales mandibulares se obtienen unas fuerzas en torno a 284 N y si el antagonista también resulta ser una dentadura implantosoportada, las fuerzas generadas podrán alcanzar los 412 N.

Esto es debido a que, a diferencia del diente natural, el implante carece de un ligamento periodontal que amortigüe el trauma oclusal y por tanto la fuerza aplicada será mayor (Meng y cols., 1983; Carlsson y cols., 1985).

Las prótesis implantosoportadas son un conjunto de estructuras que constan de cinco componentes: un tornillo, el cilindro, el tornillo del pilar, el pilar y, por último, el implante.

El éxito a la hora de conseguir un soporte duradero corresponde y depende de la relación entre estos cinco componentes y el hueso. Tal y como se ha comentado en el apartado de las condiciones de carga que deben cumplir los implantes, la masticación genera dos tipos de fuerzas, las fuerzas axiales y las transversales.

Durante la masticación la mayor parte de las fuerzas aplicadas son axiales y actúan de forma paralela al eje del implante distribuyéndose a través del mismo. No obstante, existe un componente de fuerzas transversales producido por los movimientos laterales o excéntricos de la mandíbula y de las cúspides dentarias que se concentra en parte del implante y del hueso que lo envuelve.

En ocasiones, para la rehabilitación protésica del maxilar atrófico, se recurre a la realización de cantilévers que multiplican la intensidad de las fuerzas de presión, y por ende, facilitando y propiciando la aparición de fuerzas de tensión

o brazos de palanca que tienden a la separación de los componentes de la unidad implante-prótesis.

De este modo, se acrecenta considerablemente el riesgo de fractura del tornillo protésico. Para poder realizar prótesis con extensiones posteriores resulta de extrema necesidad considerar y tener en cuenta los factores biológicos; como por ejemplo la baja calidad del hueso del sector posterior para la determinación del tamaño del cantiléver, ya que el hueso esponjoso únicamente permite extensiones que no superen los 10 mm de longitud.

El ligamento periodontal proporciona una amortiguación fisiológica a los dientes naturales durante la masticación. Cuando el paciente lleva una prótesis implantosoportada no existe el movimiento de intrusión que experimenta el diente en máxima intercuspidad.

Esta peculiaridad comporta que las prótesis implantosoportadas actúen como si de un diente anquilosado se tratara, dando lugar a sobrecargas en caso de presentar contactos oclusales prematuros. De todas formas, parece ser que la existencia de contactos prematuros en la altura de las prótesis menores a 200µm, no incrementa de forma significativa la carga sobre la fijación (Richter,. 1995).

Es esencial utilizar la cortical marginal que rodea el extremo coronal de la fijación como estructura ósea de soporte para lograr una rehabilitación duradera, teniendo en cuenta que tras la conexión de los pilares se origina una reabsorción progresiva del hueso marginal que se estanca a los 24 meses (Lindh y cols,. 2001).

Según un estudio de Rangert, los límites de fatiga de los diferentes componentes de los implantes son aproximadamente de 300 N de carga de tensión axial y 60 N/cm de momento de flexión. El tornillo del pilar protésico es el elemento mecánico más débil y endeble, diseñado para que absorba la fuerza y evite la fractura de otras estructuras e incluso el fracaso del implante en caso de sobrecarga (Rangert y cols,. 1995).

Es igual de necesario seleccionar convenientemente la longitud y el diámetro de los implantes como realizar una óptima colocación de los mismos para tratar de reducir los efectos de las fuerzas laterales y soportar las elevadas cargas a las que están sometidos los implantes especialmente en el sector posterior. De este modo, la corona de la prótesis deberá distribuir y repartir la fuerza por toda su superficie evitando contactos puntuales con su antagonista.

A través de la superficie de contacto entre hueso-implante (BIC) todas las fuerzas generadas sobre la prótesis se transferirán a los implantes, y éstos, a su vez, las aplicarán sobre el hueso circundante. Es por ello por lo que, se hace conveniente ampliar la superficie de contacto entre hueso-implante, aumentando el número, la longitud y el diámetro de los implantes si se quiere conseguir una distribución adecuada de las fuerzas aplicadas sobre el maxilar superior.

Eckert, a través de un estudio sobre 4937 implantes colocados en pacientes total o parcialmente edéntulos concluye que el hallazgo de fracturas de los implantes es bajo, con un índice del 0,6%, y destaca que son más frecuentes en las rehabilitaciones parciales que en las completas.

Además, añade que estas fracturas suelen ir precedidas de complicaciones como lo son; el aflojamiento o la fractura del tornillo protésico (Eckert y cols., 2000).

Respecto a las fracturas de los implantes, Rangert mediante un estudio retrospectivo de implantes fracturados, observó que el 90% de las fracturas se localizan a nivel del sector posterior (Rangert y cols., 1995).

### 5.2.3 Índices de éxito de la Osteointegración en el maxilar atrófico

El conjunto de las singularidades anatómicas y funcionales del maxilar influyen notablemente en la disminución del índice del éxito de la osteointegración de los implantes en dicha región.

Algunos autores, como Olsson, consideran que el índice de osteointegración en el maxilar superior es de 86% respecto al 99% de la mandíbula (Olsson y cols., 1995). En otro estudio en el que colocaron 2023 implantes en 974 pacientes, se obtuvo un índice de supervivencia de un 92,9% en el maxilar superior (Fugazzotto y cols., 1993).

En el estudio de Jemt y Lekholm se colocaron 701 implantes en pacientes con el maxilar edéntulo. Tras 5 años de seguimiento, se comparó el índice de supervivencia de los implantes colocados en el maxilar atrófico con el índice de supervivencia de los implantes colocados en el maxilar con buena calidad ósea. El índice de supervivencia fue del 92,1% en el maxilar normal y del 71,3% en el maxilar atrófico (Jemt y cols., 1995).

La utilización de prótesis removibles unida a un edentulismo de larga duración hacen que los índices de osteointegración en el maxilar superior atrófico sean sensiblemente menores. Widmark narra y describe un éxito en la osteointegración de los implantes en el maxilar atrófico de un 74% tras 5 años de seguimiento (Widmark y cols., 2001).

En el sector posterior del maxilar superior es donde se suelen hallar las peores condiciones anatómicas para la colocación de implantes y su supervivencia.

Schnitman presenta un 72 % de éxito en la colocación de implantes en el sector posterior (Schnitman y cols., 1993). Bahat analiza la experiencia de 660 implantes colocados en el sector posterior tras 5-12 años de la carga y presenta un índice de éxito del 93,4% a los 10 años (Bahat., 1993; Schnitman y cols., 1993).

Lazzara en su serie de 529 implantes en el sector posterior del maxilar obtiene un éxito de supervivencia de los implantes de un 93,8% (Lazzara,. 1999). Buchs tras colocar 416 implantes, refleja un índice de éxito del 96,6% a los 5 años en la rehabilitación del sector posterior (Buchs y cols,. 1995).

Block and Kent revisan la experiencia con implantes de hidroxiapatita en el sector posterior durante 8 años, el índice acumulado de éxito es de un 93,7% en las primeras series y un 97,7% en las últimas (Block y cols,. 1994) Stultz, en su estudio, colocaron 2371 implantes en el maxilar superior y realizaron un seguimiento de 6 años. Tan sólo un 6% de los pacientes perduraron por completo en el seguimiento a los 6 años.

De todos los implantes colocados fallaron 146, relatando un índice de supervivencia del 93,9%. Cabe destacar que un tercio de los fallos (29%) se produjo en el sector posterior (Stultz y cols,. 1993).

## 6. HIPÓTESIS

Hipótesis verdadera H1

La tasa de éxito de los implantes zigomáticos cuádruples (QUAD) es superior a la de los implantes zigomáticos colocados con el protocolo clásico de branemark.

Hipótesis nula H0

La tasa de éxito de los implantes zigomáticos cuádruples (QUAD) NO es superior a la de los implantes zigomáticos colocados con el protocolo clásico de branemark.



## **7. OBJETIVOS**

1. Valorar el éxito de los implantes zigomáticos con ambos protocolos de carga.
2. Valorar el índice de osteointegración de los implantes convencionales.
3. Valorar la morbilidad y complicaciones de los implantes zigomáticos.



## 8. MATERIAL Y MÉTODOS

Esta tesis es el estudio longitudinal de 82 pacientes con maxilares atróficos rehabilitados mediante 169 implantes zigomáticos para su rehabilitación protésica entre los años 1999 y 2015. Los pacientes han sido intervenidos por el Dr. Guillermo Raspall Martín y el Dr. Javier Mareque Bueno.

En este estudio valoramos diversos factores como el sexo, la edad, la causa del edentulismo y los distintos esquemas implantológicos.

A lo largo de esta serie el protocolo de rehabilitación ha sufrido una modificación, la primera mitad de la serie los pacientes fueron rehabilitados acorde al protocolo planteado inicialmente por el Dr. Branemarck con 2 implantes zigomáticos y 4 ó 6 implantes alveolares y/o pterigoideos; en la segunda mitad de la serie los pacientes fueron rehabilitados con 2 implantes zigomáticos por lado sin implantes anteriores ni posteriores.

La secuencia quirúrgica para la colocación del implante zigomático sea uno o dos por lado consiste en una evaluación radiológica del tercio medio facial y un estudio preoperatorio para evaluar el estado general del paciente.

No hay descritas contraindicaciones absolutas, aunque si relativas como la existencia de:

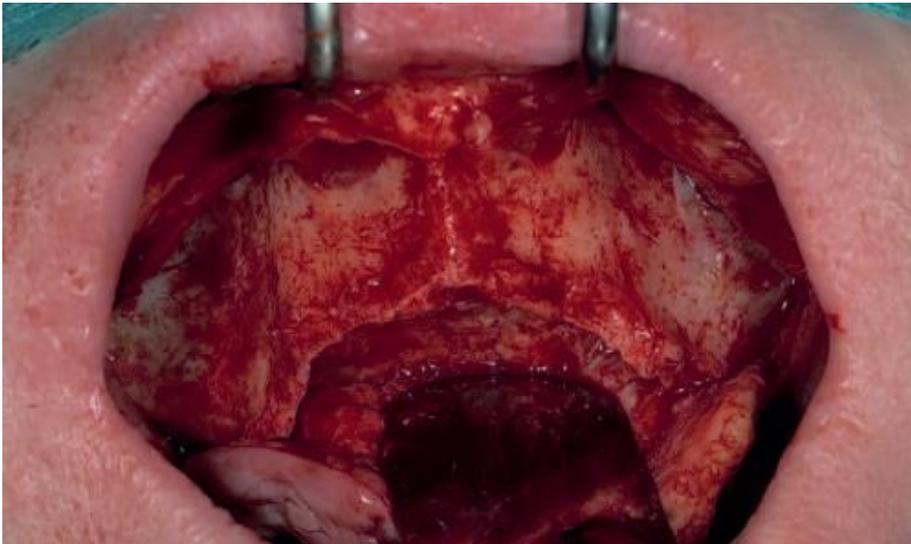
- Radioterapia previa en la zona
- Patología sinusal activa
- Enfermedad ósea metabólica

La intervención se realiza con el paciente en decúbito supino con hiperextensión del cuello. La técnica anestésica puede ser la anestesia general con

intubación nasal e infiltración local, o la anestesia local con sedación consciente endovenosa. En la serie los casos fueron intervenidos todos bajo anestesia local y sedación con un tiempo medio de 61 minutos.

La técnica quirúrgica consiste en la realización de un abordaje crestal con exposición de la totalidad del tercio medio.

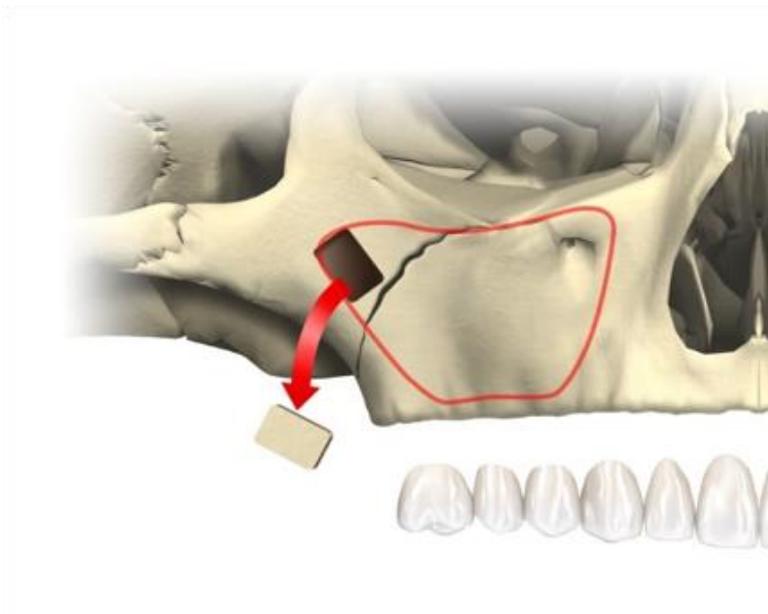
Figura 4: Abordaje crestal del maxilar superior.



Tomada de: <https://store.nobelbiocare.com/es/es/implantes/branemark-system-zygoma>

A continuación del despegamiento del colgajo se realiza una ventana en la pared anterior del maxilar superior. Esta ventana puede realizarse con material rotatorio o con el uso de un bisturí piezoeléctrico. Tras la realización de la ventana ha de separarse cuidadosamente la membrana de Schneider con curetas romas.

Figura 5: Realización de una ventana en la pared anterior del seno maxilar y despegamiento de la membrana de Schneider.



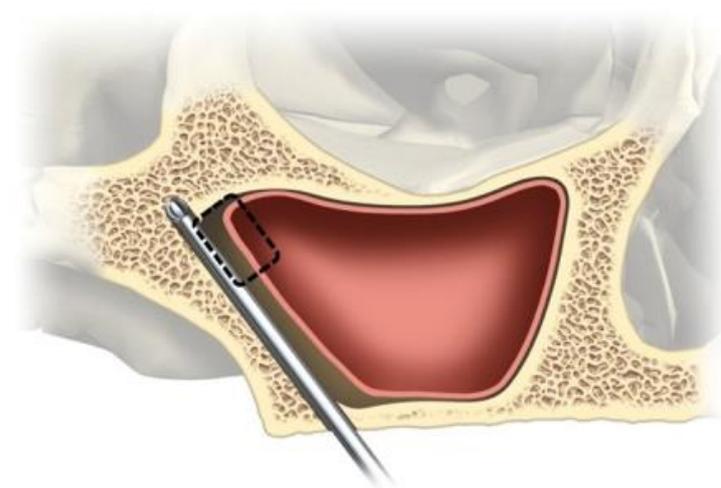
Tomada de: <https://store.nobelbiocare.com/es/es/implantes/branemark-system-zygoma>

A continuación se realiza la secuencia de fresado del lecho implantario, se inicia con la fresa de bola y seguidamente se pasan las tres fresas de diámetro creciente recomendadas por el fabricante (una fresa de inicio de bola, una fresa de 2,9 mm, la fresa piloto y la fresa final de 3,5 mm a la profundidad adecuada) (figura 6).

Se comprueba la profundidad del lecho implantario con un medidor de profundidad, teniendo en cuenta dos parámetros: que el ápice del implante no sobresalga de la superficie del maxilar y que la plataforma quede en una posición óptima para la rehabilitación protésica (figura 7).

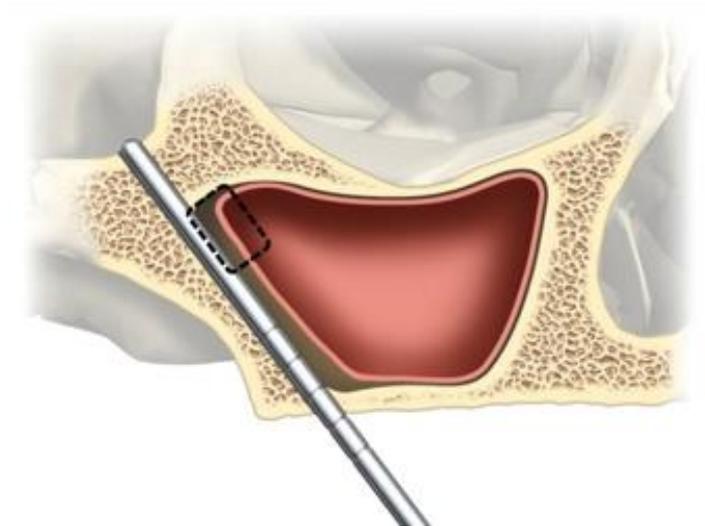
Finalmente se inserta el implante mediante el material rotatorio o manualmente hasta su ubicación en la posición deseada (figura 8).

Figura 6: Realización de la secuencia de fresado consistente en una fresa de inicio de bola, una fresa de 2,9 mm, la fresa piloto y la fresa final de 3,5 mm a la profundidad adecuada.



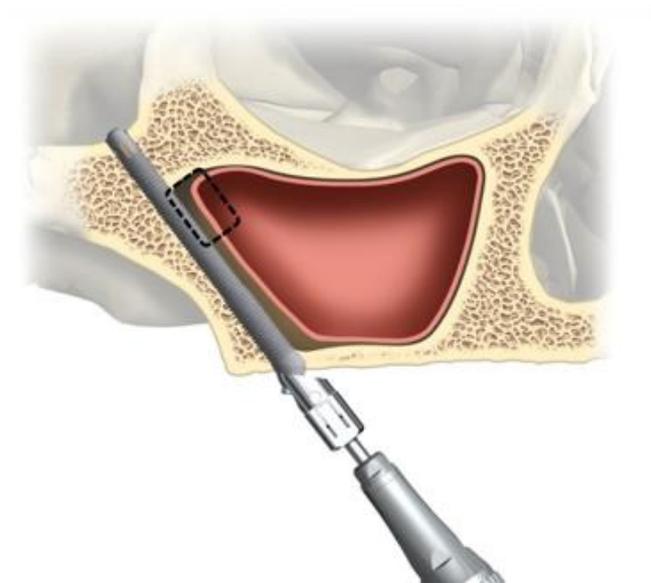
Tomada de: <https://store.nobelbiocare.com/es/es/implantes/branemark-system-zygoma>

Figura 7: Medición de la profundidad de fresado.



Tomada de: <https://store.nobelbiocare.com/es/es/implantes/branemark-system-zygoma>

Figura 8: Inserción del implante con control de torque dejando el hexágono mirando a oclusal.

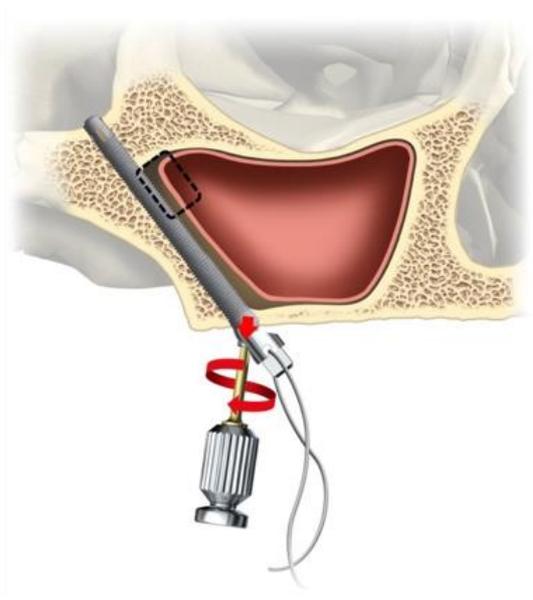


Tomada de: <https://store.nobelbiocare.com/es/es/implantes/branemark-system-zygoma>

Una vez verificado que el implante está estable se desmonta el transportador (figura 9) manualmente o con el material rotatorio y se coloca uno de los siguientes dispositivos (figura 10):

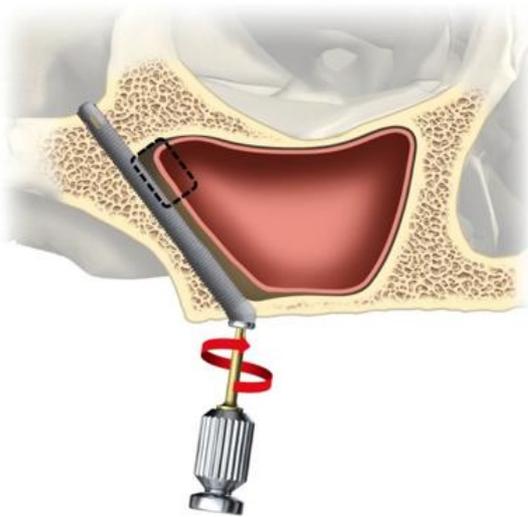
- 1- Tapón de cierre si se desea sumergir la conexión del implante.
- 2- Pilar de cicatrización si se elige dejar destapados los implantes.
- 3- Pilar multi-unit si deseamos corregir alguna angulación indeseada de la conexión, y sobre todo en los casos de carga inmediata.

Figura 9: Retirada del transportador.



Tomada de: <https://store.nobelbiocare.com/es/es/implantes/branemark-system-zygoma>

Figura 10: Colocación de aditamento: tapón de cierre, pilar de cicatrización o aditamento multi-unit.



Tomada de: <https://store.nobelbiocare.com/es/es/implantes/branemark-system-zygoma>

Se realiza hemostasia cuidadosa y suturamos la mucosa con material reabsorbible de 4/0. El paciente puede pasar el postoperatorio inmediato en la unidad de reanimación y ser remitido a su domicilio, o puede pasar las primeras 24 horas hospitalizado. En caso de realizar carga inmediata esta se lleva a cabo dentro de las primeras 72 horas.

Los controles se realizan a los 7 días, al mes, a los tres y seis meses; en caso de protocolo de carga diferida es el momento de realizar la segunda fase quirúrgica y proceder a la carga protésica.

Se realiza un control radiológico a los 3 meses para evaluar la osteointegración de los implantes. Las prótesis realizadas son prótesis fijas atornilladas, aunque en alguna ocasión con grandes discrepancias sagitales se puede confeccionar una prótesis removible con el fin de optimizar la higiene.

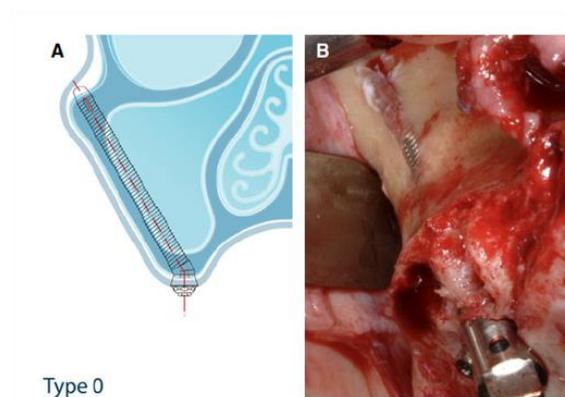
Los pacientes son seguidos trimestralmente el primer año y semestralmente a partir de entonces.

Recientemente se han incorporado pequeñas modificaciones en el trayecto del implante, pasando de intrasinusal a yuxtasinusal y finalmente a extrasinusal. Dichas variaciones han sido publicadas por Aparicio (Aparicio 2014) y aparecen clasificadas como ZAGA (Zigomatic Anatomy-Guided Approach) en 5 tipos:

#### Tipo 0

En casos donde la parte anterior del maxilar es muy plana, se realiza el trayecto intrasinusal (figura 11).

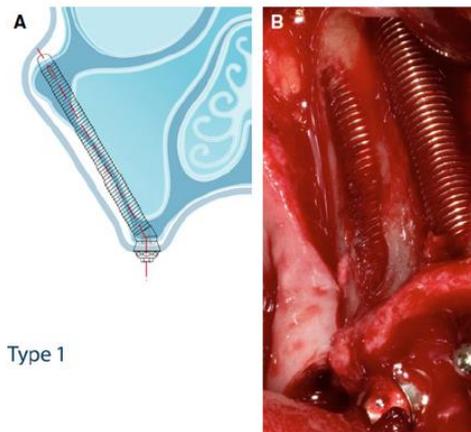
Figura 11: Tipo 0, el implante arranca en la cresta y su trayecto es intrasinusal hasta el malar (tomada de Aparicio y cols 2014).



#### Tipo 1

Guiados por la posición ideal de la cabeza del implante y cuando existe cierta concavidad en la pared anterior del maxilar (figura 12).

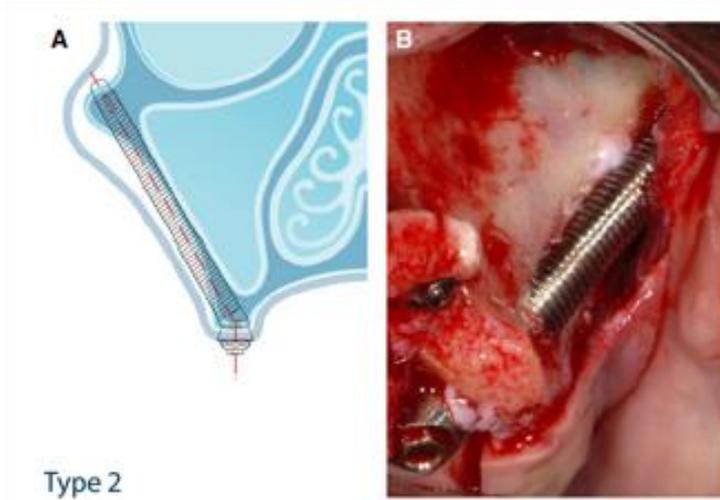
Figura 12: Tipo 1, el implante perfora la pared anterior del maxilar y gran parte del implante pasa por dentro del seno pero no su totalidad (tomada de Aparicio y cols 2014).



### Tipo 2

Cuando la concavidad es mayor la emergencia ideal nos obliga a la que gran parte del cuerpo del implante tenga un trayecto extrasinusal, pero sin dejar espacio entre el implante y la parte anterior del maxilar (figura 13).

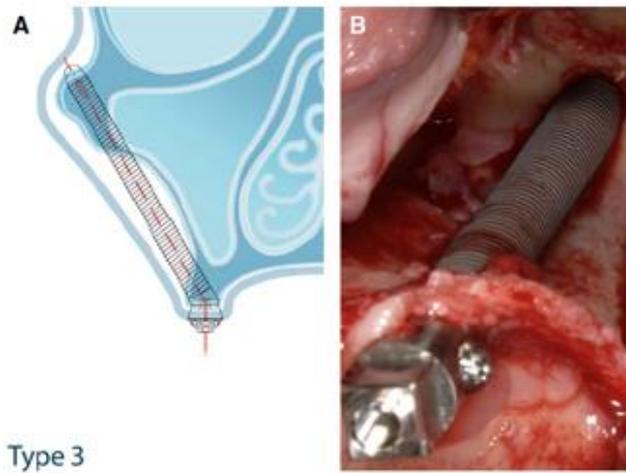
Figura 13: Tipo 2, gran parte del cuerpo del implante tenga un trayecto extrasinusal, pero sin dejar espacio entre el implante y la parte anterior del maxilar (tomada de Aparicio y cols 2014).



### Tipo 3

Cuando la concavidad es elevada, la osteotomía inicial arranca en la parte vestibular de la cresta y llega al malar en la zona más craneal, la parte media del implante no toca el hueso.

Figura 14: Tipo 3, la parte media del implante no toca el hueso (tomada de Aparicio y cols 2014).

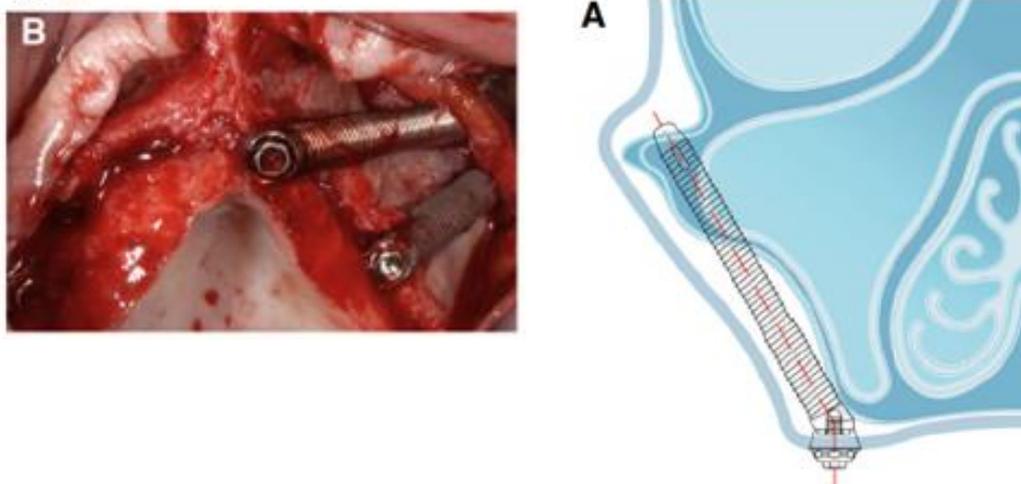


#### Tipo 4

Cuando la atrofia es vertical y horizontal, para colocar el implante en una posición óptima el implante viaja totalmente extrasinusal.

Figura 15: El implante viaja totalmente extrasinusal (tomada de Aparicio y cols 2014).

#### Type 4





## 9. RESULTADOS

Tras analizar la muestra se procede al análisis de los datos epidemiológicos de los pacientes.

Tabla 1: Datos epidemiológicos de la muestra.

NUM PACIENTES		82
EDAD MEDIA		57,3
SEXO	HOMBRE N (TAMAÑO MUESTRAL)	30
	HOMBRE PROMEDIO EDAD	57,6
	MUJER N (TAMAÑO MUESTRAL)	52
	MUJER PROMEDIO EDAD	57,1

Hay más mujeres que hombres en nuestra muestra (52 versus 30) y sus edades medias son similares en torno a los 57 años.

Las razones que condujeron a los pacientes a la pérdida dental son en su mayoría patologías dentales generales: caries y enfermedad periodontal.

Tabla 2: Origen del edentulismo.

<b>CAUSA EDENTULISMO</b>	<b>DENTAL</b>	74
	<b>ONCOLÒGICO</b>	4
	<b>FRACASO INJERTOS</b>	1
	<b>OSTEONECROSIS</b>	1
	<b>FRACASO IOI PREVIO</b>	1
	<b>NECROSIS MAXILAR</b>	1

Los implantes utilizados tiene longitudes de entre 35 y 52mm, el tamaño más frecuentemente utilizado en ambas técnicas (moda) es el de 45mm.

Tabla 3: Implantes más frecuentemente utilizados.

<b>LONGITUD IMPLANTE</b>	<b>ÚNICO MODA</b>	45
	<b>DOBLE MODA</b>	45

El total de implantes colocados es de 367, su distribución y tasa de éxito y fracaso queda reflejada en la siguiente tabla.

Tabla 4: Tabla de implantes utilizados y tasa de éxito y fracaso.

TIPO IMPLANTE	ZIGOMÁTICO		CONVENCIONAL	PTERIGOIDEOS
	QUAD	CLASICO		
ZIGOMATICOS	86	83	124	74
ÉXITO	85	79	100	68
FRACASOS	1	4	24	6
%ÉXITO	99%	95%	81%	92%
%FRACASO	1%	5%	19%	8%

Respecto a las complicaciones menores aparecieron en 12 casos, lo que supone un 3,26%. La frecuencia relativa de cada una de ellas es la siguiente: sinusitis (4), Rotura tornillo prótesis (4), osteitis malar (3) y perimplantitis (1).

*Análisis estadístico: determinación de la relación entre el tipo de método de implante empleado (clásico vs Quad) y el éxito o fracaso de la técnica*

Se realiza un análisis estadístico no paramétrico para determinar la significancia de los resultados obtenidos en el presente estudio. Se utiliza, para ello, la técnica de  $\chi^2$

Ho: Éxito y fracaso son independientes de la técnica de implante empleada.

H1: Éxito y fracaso son dependientes de la técnica de implante empleada.

Los datos de partida del estudio son los siguientes:

		ÉXITO	FRACASO	TOTAL
METODOLOGÍA IMPLANTE	QUAD	85	1	86
	CLÁSICA	247	34	281
	TOTAL	332	35	367

Tabla 5: Datos de estudio.

Se calcula, a continuación, para cada celda, la frecuencia esperada bajo la hipótesis nula. Dicha frecuencia se calcula de la siguiente manera:

$$F(\text{Éxito Quad}) = P(\text{éxito}) \times P(\text{Quad}) \times n = \frac{332}{367} \times \frac{86}{367} \times 367 = 77,79$$

$$F(\text{Éxito clásico}) = P(\text{éxito}) \times P(\text{clásico}) \times n = \frac{332}{367} \times \frac{281}{367} \times 367 = 254$$

$$F(\text{Fracaso Quad}) = P(\text{fracaso}) \times P(\text{Quad}) \times n = \frac{35}{367} \times \frac{86}{367} \times 367 = 8,20$$

$$F(\text{Fracaso clásico}) = P(\text{fracaso}) \times P(\text{clásico}) \times n = \frac{35}{367} \times \frac{281}{367} \times 367 = 26,79$$

		ÉXITO	FRACASO	TOTAL
METODOLOGÍA IMPLANTE	QUAD	85/77,79	1/8,20	86
	CLÁSICA	247/254	34/26,79	281
	TOTAL	332	35	367

Tabla 6: Frecuencias esperadas.

La prueba de  $\chi^2$  consiste en medir las discrepancias entre las frecuencias observadas (en negro en la tabla 2) y las frecuencias esperadas (en verde en la tabla 2) bajo la hipótesis de que las variables son independientes.

Para ello se calcula  $\chi^2$ :

$$\begin{aligned}\chi^2 &= \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \\ &= \frac{(85 - 77,79)^2}{77,79} + \frac{(247 - 254)^2}{254} + \frac{(1 - 0,20)^2}{0,20} + \frac{(34 - 26,79)^2}{26,79} \\ &= 9,12\end{aligned}$$

Este valor se compara con el valor correspondiente de la tabla  $\chi^2$  para  $(r-1)(c-1)$  grados de libertad, siendo  $r$  el número de filas y  $c$  el número de columnas de la tabla de datos.

$$\chi^2_{0,05,(r-1)(c-1)} = \chi^2_{0,05,1} = 3,841$$

$$\chi^2 > \chi^2_{0,05,1}; 9,12 > 3,841$$

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el éxito o fracaso de la técnica es dependiente del método empleado.

Hipótesis verdadera H1

La tasa de éxito de los implantes zigomáticos cuádruples (QUAD) SI es superior a la de los implantes zigomáticos colocados con el protocolo clásico de Branemark.

### Hipótesis nula H0

La tasa de éxito de los implantes zigomáticos cuádruples (QUAD) NO es superior a la de los implantes zigomáticos colocados con el protocolo clásico de Branemark.

## 10. DISCUSIÓN

En una revisión bibliográfica de artículos científicos escritos en lengua inglesa se encontraron 32 estudios que presentaban los resultados clínicos obtenidos con implantes zigomáticos. Estas publicaciones incluían 1031 pacientes y 2131 implantes zigomáticos con un periodo de seguimiento que oscilaba entre 6 meses y 12 años. Un total de 42 implantes fueron reportados como fracasos, dando una tasa de supervivencia general de 98,1%.

Pese a ello, cabe destacar que algunos estudios, en parte cubrían el mismo grupo de pacientes y por lo tanto el número exacto de implantes y de pacientes es cuestionable. Sin embargo, los datos preliminares demuestran que la técnica de los implantes zigomáticos es altamente predecible y que con ella se obtienen buenos resultados clínicos. En cambio, si estos implantes zigomáticos se colocaban junto con 3297 implantes convencionales insertados en la región anterior, la tasa de supervivencia se reducía al 95,9% (Aparicio y cols., 2008) (Tabla 7).

**Tabla 7: Resultados documentados de los implantes zigomáticos**

Estudio (referencia)	Follow-up	Pacientes (n)	Implantes zigomáticos	Implantes zigomáticos fracasados	Implantes convencionales	Implantes convencionales fracasados
Parel y cols.	1-12 años	27	65	0	?	?
Bedrossian y cols.	34 meses	22	44	0	80	7
Vrielinck y cols.	<2 años	29	46	3	80	9
Boyes-Varley y cols.	6-30 meses	45	77	0	?	?
Malevez y cols.	0,5-4 años	55	103	0	194	16

Branemark y cols.	1-10 años	81	164	4	?	?
Becktor y cols.	1-6 años	16	31	3	74	3
Hirsch y cols.	1 año	66	124	3	?	?
Branemark y cols.	5-10 años	28	52	3	106	29
Peñarrocha y cols.	1-1,5 años	5	10	0	16	0
Farzad y cols.	1,5-4 años	11	22	0	42	1
Ahlgren y cols.	1-4 años	13	25	0	46	0
Aparicio y cols.	0,5-5 años	69	131	0	304	2
Bedrossian y cols.	>12 meses	14	28	0	55	0
Chow y cols.	10 meses	5	10	0	20	0
Duarte y cols.	6-30 meses	12	48	2	0	-
Peñarrocha y cols.	12-45 meses	21	40	0	89	2
Davo y cols.	6-29 meses	18	36	0	68	3
Mozzati y cols.	24 meses	7	14	0	34	0
Pi-Urgell y cols.	1-72 meses	54	101	4	221	15
Davó y cols.	12-42 meses	42	81	0	140	4
Maló y cols.	6-18 meses	29	67	1	57	0
Balshi y cols.	9-60 meses	56	110	4	391	11
Davó y cols.	60 meses	21	45	1	109	11
Aparicio y cols.	6-8 meses	20	41	0	87	0
Aparicio y cols.	7-38 meses	25	47	0	127	0
Bedrossian y cols.	84 meses	36	74	2	98	0
Stiévenart y cols.	6-40 meses	20	80	3	0	-
Davó y cols.	12 meses	17	67	0	0	-
Migliorança	>12	65	150	2	286	2

y cols.	meses					
Aparicio y cols.	120 meses	22	41	2	131	4
Aparicio y cols.	12-84 meses	80	157	5	442	20
<b>Total</b>		<b>1031</b>	<b>2131</b>	<b>42</b>	<b>3297</b>	<b>139</b>

El grupo Branemark fue el responsable de introducir el concepto de implante zigomático. En un estudio inicial, que se llevó a cabo sobre 27 pacientes con defectos maxilares, no se perdió ninguno de los 65 implantes zigomáticos durante un periodo de seguimiento de 1 a 12 años (Branemark y cols., 2001).

En otro estudio más reciente realizado por el mismo grupo y con un periodo de seguimiento de 5 a 10 años, se trató a 28 pacientes que presentaban atrofia maxilar con 52 implantes zigomáticos (de superficie mecanizada) y 106 implantes convencionales. Tres de los 52 implantes zigomáticos fueron considerados como fracaso y pese a que fueron retirados, no se reemplazaron.

De los 106 implantes convencionales que se colocaron durante la inserción de los implantes zigomáticos, se perdieron 29 (dando una tasa de supervivencia de los implantes del 73%). A lo largo del estudio, se consiguió una función continua de las prótesis fijas en 23 (82%) de los 28 pacientes.

En aquellos casos en los que se colocaron implantes adicionales, 27 (96%) de 28 pacientes aún mantenían sus prótesis al finalizar el estudio. Cuatro pacientes tuvieron sinusitis recurrentes durante el seguimiento y fueron tratados mediante drenajes del seno. En 17 (61%) pacientes fue necesario realizar injertos óseos para poder colocar los implantes convencionales adicionales.

La superficie de ambos implantes, zigomáticos y convencionales, estaba formada por titanio puro comercial con una superficie mínimamente rugosa mecanizada (Branemark y cols., 2004).

Actualmente no existen estudios controlados randomizados que muestren las ventajas que presenta la técnica de implantes zigomáticos frente a otros procedimientos como puede ser la elevación del seno maxilar o la realización de injertos óseos en el sector anterior (Aghaloo y cols., 2007; Esposito y cols., 2006; Graziani y cols., 2004; Petruson y cols., 2008).

Se han publicado muy pocos estudios de implantes zigomáticos a largo plazo con un periodo de seguimiento superior a 5 años (Tabla 8) (Aparicio y cols., 1993 y 2012; Becktor y cols., 2005 ; Bedrossian y cols., 2010; Branemark., 2004; Parel y cols., 2001; Pi Urgell y cols., 2008).

Todos ellos presentan un diseño de cohortes prospectivo o retrospectivo y la gran mayoría fueron realizados a nivel universitario o en clínicas especializadas. Es por ello que sus resultados a largo plazo no deberían generalizarse a los servicios dentales rutinarios prestados en la práctica privada.

En las tablas 9 y 10 se resumen los porcentajes de patología sinusal mostrados en estudios clínicos con implantes zigomáticos, teniendo en cuenta como se realizó el procedimiento: siguiendo un protocolo de dos pasos (Tabla 9) o mediante función inmediata (Tabla 10).

En un estudio a 10 años de Aparicio se rehabilitaron a 22 pacientes consecutivos con 172 implantes (Nobel Biocare AB, Goteborg, Sweden), 131 implantes convencionales y 41 implantes zigomáticos (de 30-50 mm de longitud).

A los 10 años habían fracasado 3 implantes convencionales (con una tasa de supervivencia acumulada a 10 años del 97,7%) y 2 implantes zigomáticos fueron retirados en la visita de control a los 10 años (con una tasa de supervivencia acumulada a 10 años del 95,1%). La media  $\pm$  desviación estándar de la cabeza del implante zigomático respecto al centro de la cresta alveolar en el plano horizontal fue de  $5.12 \pm 2.38$ .

Todos los pacientes mantuvieron prótesis funcionales. Un paciente rompió la estructura de la prótesis en dos ocasiones. En siete pacientes se perdieron los tornillos protésicos y en cuatro se rompieron dichos tornillos. Siete pacientes presentaron fracturas del material oclusal (cerámica o resina).

En cuanto a las complicaciones biológicas, cinco pacientes padecieron sinusitis aguda tras 14-27 meses de la operación que fueron tratadas con antibióticos, dos pacientes fueron diagnosticados de sinusitis y un paciente desarrolló infección en los tejidos blandos con la subsecuente pérdida ósea. El nivel de satisfacción de los pacientes fue de 81% en el 77% de los pacientes (Aparicio y cols., 2012).

En otro estudio más reciente realizado por los mismo autores, se documentaron los resultados de un grupo de cohorte de 80 pacientes consecutivos tratados con implantes zigomáticos colocados de acorde con los principios quirúrgicos y protéticos del abordaje guiado anatómicamente para zigomáticos.

A los pacientes se les realizó un seguimiento de las prótesis de al menos tres años. Se colocaron un total de 442 implantes convencionales y 157 implantes zigomáticos. Cuatro implantes zigomáticos fracasaron en el mismo paciente y en otro, se fracturó uno de los implantes.

En cambio, 20 implantes convencionales tuvieron que ser retirados. Tres pacientes fueron diagnosticados de rinosinusitis. En este caso, la media  $\pm$  desviación estándar de la posición de emergencia de la cabeza del implante en relación al centro de la cresta alveolar en el plano horizontal fue de  $2.92 \pm 2.30$  mm. El 55% de los pacientes reportaron un nivel de satisfacción con sus prótesis del 100% (Aparicio y cols., 2013).

La rehabilitación mediante implantes zigomáticos, especialmente si éstos son extra-maxilares, es una técnica relativamente nueva y diferente al tratamiento con implantes convencionales. Difiere tanto en aspectos biomecánicos como en los

procedimientos clínicos. El uso de implantes zigomáticos está indicado en atrofiás maxilares extremas asociadas a unos cambios reabsortivos tanto del hueso alveolar como del hueso basal.

En el abordaje guiado anatómicamente para la colocación de implantes zigomáticos de tipo 4, la cabeza del implante se encuentra vestibularmente respecto a la cresta alveolar y no presenta hueso alveolar alrededor de su perímetro. Esto, junto con la dificultad para colocar la placa radiográfica intra-oral adecuadamente para estandarizar las radiografías y de este modo valorar los cambios del hueso marginal, hacen que sea imposible cumplir con los criterios de éxito usados para los implantes convencionales.

Actualmente, no existen unos criterios claros que describan las complicaciones derivadas de la ocupación/comunicación del seno por los implantes zigomáticos. Por lo tanto, sería necesario establecer unos criterios específicos de éxito/supervivencia diferentes a los utilizados en la rehabilitación mediante implantes convencionales (Esposito y cols., 1998). Aparicio propone un Zygomatic Success Code que describe los criterios para alcanzar el éxito mediante rehabilitaciones con implantes zigomáticos (Tabla 8).

Tabla 8. Código de éxito de los implantes zigomáticos

Criterios	Condición I Grado de éxito I	Condición II Grado de éxito II	Condición III Grado de éxito III	Condición IV Fracaso
Criterio A: Estabilidad del implante zigomático (probado individualmente)	No movilidad no dolor	Movilidad clínica a la luz No dolor	Clara movilidad clínica (sin evidencia de desintegración de la porción apical del implante ni de rotación) No dolor	Clara movilidad clínica (evidencia de desintegración de la porción apical del implante) Rotación y/o dolor
Criterio B: Patología sinusal asociada (Aparicio y cols)	Lanza y Kennedy test(- ) Lund Mackay puntuación=0	Lanza y Kennedy test (+) Lund Mackay puntuación=0	Lanza y Kennedy test (-) Lund Mackay puntuación>0	Lanza y Kennedy test (+) Lund Mackay puntuación >0
Criterio C: Condiciones del tejido blando periimplantario	No recesión	Recesión a la luz Cabeza del implante visible No espiras expuestas	Recesión Hasta de siete espiras expuestas	Recesión Más de siete espiras expuestas
Criterio D: Recorrido protésico	0mm-<D- <6mm - 3mm-<D- <0mm	6mm<D- <10mm - 4mm-<D<- 3mm	10mm<D- <15mm - 5mm- <D<4mm	D>15mm D<- 5mm

El código de éxito de un implante zigomático específico está representado por el resultado de las siguientes variables: estabilidad del implante zigomático (valorada individualmente), patología sinusal asociada, condiciones del tejido blando periimplantario y criterios específicos para el éxito de las prótesis sobre implantes zigomáticos.

De este modo, los implantes zigomáticos pueden ser puntuados mediante un código que incluye cuatro dígitos, cada uno de ellos representando un criterio

de éxito específico. Se otorga un número en función de la condición de cada criterio (por ej. 1/2/3/1). El grado de éxito del implante está determinado por la peor condición de los cuatros criterios.

### **Estabilidad del implante zigomático**

En función de la biomecánica específica de los implantes zigomáticos colocados extra-maxilares, donde se consigue poco o ningún anclaje a nivel de la cabeza, podemos encontrarnos con diferentes grados de estabilidad.

En ocasiones, se puede detectar una ligera movilidad del implante no asociada a signos patológicos cuando se comprueba de forma individual un implante colocado de forma extra-sinusal.

Esta movilidad es debida al módulo de elasticidad del hueso de anclaje zigomático cuando se dobla o flexa por una fuerza aplicada de forma remota. Este tipo de movimiento no debe ser rotacional y desaparece cuando los implantes se ferulizan conjuntamente. Sin embargo, que el implante tenga un movimiento rotacional, es signo de fracaso del implante (Tabla 8).

### **Diagnóstico de la patología sinusal asociada: Rinosinusitis**

La sinusitis en pacientes con implantes zigomáticos debe ser diagnosticada de la misma forma que la sinusitis en pacientes convencionales, pero con algunas particularidades. Sin embargo, en la literatura, no existe un consenso en cuanto a cómo reportar un diagnóstico de rinosinusitis.

La rinitis y la sinusitis se encuentran entre las condiciones médicas más comunes y están asociadas con frecuencia. Es por ello que muchos autores utilizan el término rinosinusitis (Davo,. 2012; Dykewicz y cols,. 2007; Hwang y cols,. 2003).

La gran mayoría de los pacientes tratados con implantes zigomáticos no sufren patologías del seno maxilar. Actualmente, sigue sin estar claro que el

---

grado de sinusitis en pacientes con implantes zigomáticos sea superior al del resto de la población general.

Según los datos de los que se dispone, la incidencia de sinusitis cuando se realiza el protocolo de dos pasos es del 6.6% (Tabla 9), del 2,8% cuando se sigue un protocolo de función inmediata (Tabla 10) y del 5,5% cuando se realizan ambos protocolos a la vez.

**Tabla 9: Complicaciones sinusales documentadas en diferentes estudios en los que los implantes zigomáticos se colocaron siguiendo un protocolo de dos pasos**

Protocolo en dos pasos	Número total de pacientes	Periodo de seguimiento (meses)	Tasa de supervivencia de los implantes zigomáticos (%)	Sinusitis (%)
Bedrossian y cols.	22	34 meses	100	0
Vrieling y cols.	29	12-24 meses	92	2 (6.9)
Boyes-Varley y cols.	45	6-30 meses	100	0
Malevez y cols.	55	6-48 meses	100	5 (9)
Hirsch y cols.	76	12 meses	98	3 (4)
Branemark y cols.	28	72-108 meses	94	4 (14.3)
Becktor y cols.	16	9-69 meses (de media 46)	90.3	6 (26.6)
Zwahlen y cols.	18	6 meses	94.4	1 (5.5)
Aparicio y cols.	69	6-60 meses	100	3 (4.3)
Farzad y cols.	11	18-56 meses	100	1 (9.1)
Ahlgren y cols.	13	12-56 meses	11	1 (9.1)
Peñarrocha y cols.	21	12-60 meses (de media 29)	100	2 (9.5)
Pi y cols.	54	1-72 meses	96	0
Davo y cols.	24	60 meses	97.4	5 (20.8)
Stiévenart y cols.	10 (de 20)	40 meses	96.3	1 (1.3)
Aparicio y cols.	22	120 meses	97.7	2 (9.1)

**Tabla 10: Complicaciones sinusales documentadas en diferentes estudios en los que los implantes zigomáticos se colocaron siguiendo un protocolo de función inmediata**

Protocolo de función inmediata	Número total de pacientes	Periodo de seguimiento (meses)	Tasa de supervivencia de los implantes zigomáticos (%)	Sinusitis (%)
Chow y cols.	5	6 meses	100	0
Bedrossian y cols.	14	12-34 meses	100	0
Davo y cols.	18	6-29 meses	100	1 (5.5)
Duarte y cols.	12	6-30 meses	97.9	0
Davó y cols.	42	12-42 meses	100	1 (2.4)
Aparicio y cols.	20	6-48 meses	100	0
Maló y cols.	29	6-18 meses (de media 13)	98.5	4 (13.8)
Balshi y cols.	56	9-60 meses	96.4	0
Mozzati y cols.	7	24 meses	100	0
Davó y cols.	42	12-42 meses (de media 20.5)	100	1 (2.4)
Bedrossian y cols.	36	84 meses	97.2	3 (8.3)
Stiévenart y cols.	10 (de 20)	40 meses	100	0
Davo y cols.	17	12 meses	100	0
Migliorança y cols.	65	>12 meses	98.7	0
Aparicio y cols.	80	12-84 meses (de media 48)	96.8	3 (3.8)

Sin embargo, hay una falta de criterios estandarizados para determinar y reportar el estado del seno.

Por lo tanto, y según los conocimientos actuales sobre la cuestión, la mejor manera para evitar colocar implantes zigomáticos en pacientes con sinusitis activa y para documentar esta potencial complicación, es la de realizar un exhaustivo estudio radiológico (CBCT de los dos senos) y el examen clínico de todos los pacientes previo a la colocación de los implantes zigomáticos.

Aquellos pacientes que presentan factores de riesgo potenciales para desarrollar una rinosinusitis crónica deben ser identificados, estudiados y en caso de ser necesario, tratados por un otorrinolaringólogo antes de la colocación de los implantes (Rosenfeld y cols., 2007).

#### **Puntuando una tomografía computerizada de haz cónico**

Si se sospecha de una rinosinusitis crónica, se debe realizar un CBCT de los dos senos maxilares. Se sugiere utilizar el sistema Lund-Mackay, que es un sistema de puntuación recomendado por el Grupo de Trabajo sobre Rinosinusitis para la investigación de resultados (Lund y cols., 1993).

El estudio radiológico incluye 6 regiones: la región anterior del etmoides, la región posterior del etmoides, la maxilar, la frontal, la esfenoidal y el complejo osteomeatal. A cada región se le atribuye una puntuación de 0, 1 ó 2 (Tabla 11).

Cualquier escaneado con una puntuación superior a 0 debe ser considerado como anormal o escaneado "positivo".

**Tabla 11: Sistema staging de tomografía computarizada Lund-Mackay**

	Sin anormalidad	Opacificación parcial	Opacificación total
Etmoides anterior	R 0	1	2
	L 0	1	2
Etmoides posterior	R 0	1	2
	L 0	1	2
Maxilar	R 0	1	2
	L 0	1	2
Frontal	R 0	1	2
	L 0	1	2
Esfenoides	R 0	1	2
	L 0	1	2
		Sin obstrucción	Obstrucción
Complejo osteomeatal	R	0	2
	L	0	2
Puntuación total	–		

**Cuestionario sobre reacciones sinusales.**

En 1997, Lanza y Kennedy desarrollaron un cuestionario dirigido a los pacientes para identificar la presencia de síntomas de rinosinusitis según los criterios clínicos de diagnóstico establecidos por el Grupo de Trabajo sobre Rinosinusitis (Lanza y cols., 1997) (Tabla 12). Sobre cada uno de los síntomas de los que se pregunta se debe responder con un “sí” o un “no”. El diagnóstico de sinusitis requiere de un “sí” en dos o más criterios mayores, un “sí” en un criterio mayor y en dos o más criterios menores o la presencia de purulencia en la exploración nasal.

**Tabla 12: Criterios de diagnóstico de la Rinosinusitis**

Criterios mayores	Criterios menores
Dolor facial o presión	Dolor de cabeza
Congestión facial o plenitud	Fiebre (no aguda)
Obstrucción nasal	Halitosis
Secreción purulenta	Fatiga
Hiposmia o anosmia	Dolor dental
Pus en la examinación	Tos
Fiebre (aguda)	Otalgia o plenitud aural

### Condiciones del tejido blando periimplantario

Una de las preocupaciones a largo plazo sería el efecto de exponer las espiras laterales de los implantes zigomáticos hacia los tejidos blandos. Se deberían realizar estudios prospectivos sobre las dehiscencias de los tejidos blandos y sobre su evolución. Para poder cuantificar el número de espiras expuestas se deben utilizar fotografías.

Para poder comprender porqué no estamos utilizando parámetros periodontales estándar, tales como el sangrado al sondaje o la profundidad de sondaje, el clínico debe tener en cuenta que, por diferentes razones anatómicas, el implante zigomático se colocará en unas posiciones diferentes respecto a la cresta alveolar residual.

Estos casos difieren de los convencionales, en cuanto a que se pasa de tener un implante rodeado completamente por hueso a la altura de la cabeza a simplemente tener una relación a nivel de tejidos blandos. Además, cuando se colocan implantes zigomáticos siguiendo la técnica original, el grosor de la cresta palatina es extremadamente pobre e incluso inexistente. En estos casos, realizar el

sondaje podría causar la ruptura del sellado del tejido blando y causar una comunicación oro-antral. Por otra parte, un sondaje eventual podría dar valores diferentes dependiendo de la intensidad de la curvatura del paladar y si se encuentra en cara vestibular o en la cara palatina.

### **Criterios específicos para el éxito de las prótesis sobre implantes zigomáticos**

Un puente dental voluminoso en el aspecto palatino puede producir discomfort, problemas en el habla y problemas para mantener una correcta higiene oral. Para obtener unos resultados de éxito con la prótesis, se deben realizar una serie de mediciones anatómicas para evaluar la posición de la cabeza del implante zigomático respecto al centro de la cresta alveolar en la dimensión horizontal.

Un valor positivo de la posición de la cabeza del implante en relación con la cresta alveolar indicará una posición palatina del implante. En cambio, un valor negativo, indicará que la emergencia será hacia vestibular. Si se coloca un implante sin contacto con la pared vestibular ósea nivel de la cabeza, se inducirá probablemente una dehiscencia del tejido blando.

Los implantes zigomáticos se utilizaron originalmente para la rehabilitación de maxilares discontinuos, al utilizarse para anclar prótesis obturadoras al hueso zigomático. A pesar de presentar una dirección desfavorable de la carga funcional y una anatomía limitada, el seguimiento clínico sugiere que los implantes zigomáticos proporcionan un excelente anclaje para diferentes tipos de prótesis. Basándose en estos resultados esperanzadores, los implantes zigomáticos fueron utilizados posteriormente como una alternativa de tratamiento en aquellos casos en los que los procedimientos de injertos óseos habían fracasado. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la colocación de implantes zigomáticos debe ser considerado como procedimiento quirúrgico mayor y que, por lo tanto, se necesita una adecuada formación para llevarlo a cabo.

Tal y como se ha comentado con anterioridad para la elevación de seno, la gran mayoría de estudios de zigomáticos se realizaron en ambientes

institucionales tales como universidades o clínicas especializadas. Por lo tanto, los resultados observados a largo plazo no se pueden generalizar a los servicios dentales ofrecidos en la práctica privada rutinaria. La cirugía se realiza, normalmente, bajo anestesia general.

Sin embargo, algunas investigaciones recientes muestran la posibilidad de colocar implantes zigomáticos bajo anestesia local. Si comparamos esta técnica con los injertos óseos extensos, es una técnica menos invasiva y se puede utilizar en aquellos casos en los que no se pueda obtener el injerto óseo por algún motivo en concreto. En aquellas situaciones en las que sea necesario realizar un injerto óseo en la región anterior del maxilar, se puede utilizar un injerto óseo obtenido intraoralmente previo a la colocación de los implantes zigomáticos e implantes convencionales.

El abordaje extra-sinusal para la colocación de implantes zigomáticos es una variación de la técnica estándar descrita por Aparicio y sus colaboradores en 2008 (Aparicio y cols., 2008). La posibilidad de colocar los implantes zigomáticos con todo o una parte del cuerpo fuera del seno maxilar se relaciona con la obtención de menores complicaciones de seno respecto a cuando éstos se colocan en el interior del seno. Si además el implante está colocado más crestalmente se reducirá la posibilidad de que se produzca una comunicación oroantral (Aparicio y cols., 2011). Por otro lado, si comparamos esta técnica con la original, existe una gran mejoría en la posición del implante para la rehabilitación con la prótesis (Aparicio y cols., 2013).

Una de las preocupaciones acerca de la técnica debe ser los efectos a largo plazo de tener las espiras expuestas del implante zigomático hacia el tejido blando. En un estudio realizado por Friberg y Jemt, no se observó ningún incremento de la pérdida ósea marginal ni de la tasa de fracaso en implantes mecanizados con espiras expuestas comparados con implantes sumergidos durante un seguimiento de 5 años (Friberg y cols., 2010).

Otros autores, como Petruson, presentan resultados similares. En su estudio, se utilizó un endoscopio para valorar los senos maxilares de 14 pacientes

en los que se habían colocado implantes zigomáticos sin ningún cuidado especial en no perforar la membrana. Tras la realización del estudio no se observaron signos de reacciones adversas (Peterson, 2004).

Tal y como propone en su estudio Becktor, es probable que los problemas de sinusitis estén más relacionados con las comunicaciones oro-antrales que con el hecho de tener espiras expuestas de por sí (Becktor y cols, 2005). Un estudio in vitro realizado por Corvello demostraba que cuando se utilizaba la técnica por fuera del seno se requería realizar en el hueso zigomático unos agujeros mas largos para albergar los implantes zigomáticos, a diferencia de cuando se utilizaba la técnica original descrita por Branemark (Corvello y cols, 2011).

Pese a ello, no existían diferencias en las longitudes de los implantes. A la hora de escoger entre una técnica o la otra, se debe tener en consideración una serie de factores: la concavidad formada por la cresta alveolar, el seno maxilar y el lugar de inserción del implante en el hueso zigomático.

Según los conocimientos actuales, parece ser que el porcentaje de pacientes portadores de implantes zigomáticos que acaban desarrollando rinosinusitis es bajo. Además, resulta interesante saber que la proporción de pacientes con sinusitis en la población general no es demasiado diferente a la proporción de sinusitis que encontramos en pacientes a los que se les ha realizado injertos óseos en el seno (Davo, 2012). Tal y como aconsejan algunos autores, se deberían utilizar una serie de parámetros de forma sistemática para poder reportar el estado del seno (Aparicio y cols, 2013).

El diagnóstico y el tratamiento (mediante especialistas del oído, nariz y garganta) deben seguir las recomendaciones actuales que existen para el tratamiento de la rinosinusitis en pacientes no portadores de implantes. En la mayoría de casos, parece ser que no será necesario retirar ningún implante zigomático osteointegrado (Bedrossian, 2010).

La mejor manera para evitar esta complicación es mediante un exhaustivo examen radiológico (TAC) y clínico de todos los pacientes antes de la colocación

de implantes zigomáticos: los pacientes con factores de riesgo potenciales para el desarrollo de una rinosinusitis crónica deberán ser identificados, estudiados y en caso de ser necesario, tratados por los especialistas del departamento de otorrinolaringología previamente a la colocación de los implantes (Davo,. 2012).

## 11. CONCLUSIONES

1. La tasa global de éxito en la osteointegración de los implantes en la técnica quad y la clásica depende de la técnica utilizada, y es superior en la técnica QUAD. El éxito de los implantes zigomáticos aisladamente en cada protocolo quirúrgico es muy elevada. La tasa de éxito en la osteointegración en la técnica quad fue del 99% y en la técnica clásica del 95%.
2. El esquema rehabilitador clásico (1 implante zigomático por lado y 4 implantes anteriores) presenta como principal complicación la pérdida de los implantes anteriores. El esquema de cigoma cuádruple no presenta pérdidas de implantes. El esquema rehabilitador QUAD (2 implantes zigomáticos por lado) tiene menores complicaciones y permite la carga inmediata sin aumentar la tasa de fracaso.
3. La morbilidad y complicaciones de los casos rehabilitados con implantes zigomáticos es baja (3,26%) y se concentran en la sinusitis y en el fracaso de los implantes alveolares anteriores.



## 12. BIBLIOGRAFÍA

Brañemark P-I, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1997;11(Suppl 16):1-132.

Widmark G, Anderson B, Carlson G, Lindvall A. M., Ivanoff C.J., "Rehabilitation of patients with severely resorbed maxillae by means of implants with or without bone grafts: a 3-to 5-years follow-up clinical report." *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 15:646-653.

Becktor JP, Hallstroem H, Isaksson S, Sennerby L. The use of particulate bone grafts from the mandible for maxillary sinus floor augmentation before placement of sur- face-modified implants: results from bone grafting to deliv- ery of the final fixed prosthesis. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66: 780-786.

Collins TA, Brown GK, Johnson N, Massey JA, Nunn BD. Team management of atrophic edentulous with autoge- nous inlay, veneer, and split grafts and endosseous implants: case reports. *Quintessence Int* 1995; 26: 79-93.

Graziani F, Dono N, Needleman N, Gabriele M, Tonetti M. Comparison of implant survival following sinus floor aug- mentation procedures with implants placed in the pristine posterior maxillary bone: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15: 677-682.

Hallman M, Hedin M, Sennerby L, Lundgren S. A prospec- tive 1-year clinical and radiographic study of implants placed after maxillary sinus floor augmentation with bovine hydroxyapatite and autogenous bone. *J Oral Maxillofac Surg* 2002; 60: 277-284.

Jensen SS, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24(Suppl.): 218–236.

Keller EE. Reconstruction of the severely atrophic edentulous mandible with endosseous implants: a 10 year longitudinal study. *J Oral Maxillofac Surg* 1995; 53: 317–318.

Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Branemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Tissue integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry*. Chicago, IL: Quintessence, 1985: 199–209.

Petruson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *J Clin Periodontol* 2008; 35(Suppl. 8): 216–240.

Raghoobar GM, Timmenga NM, Vissink A. Maxillary bone grafting for insertion of endosseous implants: results after 12–124 months. *Clin Oral Implants Res* 2001; 12: 279–286.

Regev E, Smith RA, Perrot DH, Pogrel MA. Maxillary sinus complications related to endosseous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 451–461.

Rosen PS, Summers R, Mellado JR, Salkin LM, Shanaman RH, Marks MH, Fugazzotto PA. The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14: 853–858.

Sjostrom M, Sennerby L, Nilson H, Lundgren S. Reconstruction of the atrophic edentulous maxilla with free iliac crest grafts and implants: a 3-year report of a prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007; 9: 46–59.

Tan WC, Lang NP, Zwahlen M, Pjetursson BE. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination

with sinus floor elevation. Part II: transalveolar technique. *J Clin Periodontol* 2008; 35 (Suppl. 8): 241-254.

Wallace SS, Froum SJ. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003; 8: 328-343.

Widmark G, Andersson B, Carlsson GE, Ivanoff CJ, Lindvall AM. Rehabilitation of patients with severely resorbed maxillae by means of implants with or without bone grafts: a 1 year follow up study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13: 474-482.

G. Raspall. Cirugía maxilofacial. 1997, ed. Médica Panamericana S.A. Capítulo 14, pag. 357-370.

Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 1991;61:2-4.

Gibbs C., Mahan P., Mauderli A. "Limits of human bite strength. *J Prosthet Dent* 1986;56:226-226-237.

Tong DC, Rioux K, Drangsholt M, Bierne ORA. Review of survival rates for implants placed in grafted maxillary sinuses using meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13: 175-182.

Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007; 22(Suppl.): 49-70.

Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Worthington HV. The efficacy of various bone augmentation procedures for dental implants: a Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006; 21: 696-710.

Boyne PJ, James RA: Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38:613-616.

Acero-Sanz J, De Paz-Hermoso V, Concejo-Cútolí C, Fernández- García A. Tratamiento del maxilar posterior atrófico mediante la técnica de elevación de seno maxilar y colocación de implantes dentales. *RCOE* 2002; 7 (1): 35-43.

Yildirim M, Spiekermann H, Handt S, Edelhoff D. Maxillary sinus augmentation with the xenograft bio-oss and autogenous intraoral bone for qualitative improvement of the implant site: a histologic and histomorphometric clinical study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 16: 23-33.

Branemark PI. *Zigoma fixture: Clinical Procedures*. Goteborg. Sweden: Nobel Biocare, 2000.

Tulasne JF. Implant treatment of missing posterior dentition. In: Albrektson T, Zarb G Ed. *The Branemark Osseointegrated implant*. Chicago: Quintessence Pub Co, Inc, 1989.

Tulasne JF. Osseointegrated fixtures in the pterygoid region. In Worthington P, Branemark PI: *Advanced osseointegration surgery, applications in the maxillofacial region*. Chicago: Quintessence Publishing Co, 1992:182-8.

Curi MM, Cardoso CL, Ribeiro Kde C. Retrospective study of pterygoid implants in the atrophic posterior maxilla: implant and prosthesis survival rates up to 3 years. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015 Mar-Apr;30(2):378-83.

Branemark P-I, Grondahl K, Worthington P. Appraisal of restored anatomy and function. In: Branemark P-I, Grondahl K, Worthington P, editors. *Osseointegration and autogenous bone grafts: reconstruction of the edentulous atrophic maxilla*. Berlin: Ed. Quintessence, 2001: 1-13.

Aparicio C, Manresa C, Franciso K, Claros P, Alánde J, González-Martín O, Albrektsson T. Zygomatic implants: indications, techniques and outcomes, and the Zygomatic Success Code. *Periodontology* 2000; Vol 66,2014, 41-58.

Albrektsson T, Branemark P-I, Hansson H-A, Lindström J. Osseointegrated titanium implants: Requirements for ensuring a long- lasting direct bone anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 1981; 52: 155-170.

Branemark PI, Breine U, Johansson B, Roylance PJ, Rockert H, Yoffey JM, Regeneration of bone marrow. *Acta Anat* 1964;59:1-46.

Carlsson L, Rostlund T, Albrektsson T, Branemark PI. Osseointegration of titanium implants. *Acta Orthop Scand* 1986;57:285-289.

Branemark PI, Breine U, Adell R, Hansson BO, Lindstrom J, Olsson A . Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I Experimental studies. *Scan J Plast Recons Surg* 1969; 3: 81-100.

Raspall G. *Cirugía oral*. 1994, Editorial Médica Panamericana SA. Capítulo 8, pag. 239-286.

Lumbikanonda N, Sammons R. Bone cell attachment to dental implants of different surface characteristics. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:627-636.

Ivanoff CJ. On surgical and implant related factors influencing integration and function of titanium implants. Experimental and clinical aspects. PhD Thesis, Dep Biomaterials/Handicap Research, Goteborg University, Sweden 1994.

Rangert B, Krogh PHJ, Langer B, Roekel NV. Bending overload and implant fracture: a retrospective clinical analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 326-34.

Baier RE, Meyer AE, Natiella JR, Natiella RR, Carter JM. Surface properties determine bioadhesive outcomes; methods and results. *J Biomed Mater Res* 1984. 18: 337-355.

Chehroundi B, Gould TRL, Brunette DM. A light and electron microscopic study of the effects of surface topography on the behavior of cells attached to titanium-coated percutaneous implant. *J Biomed Mater Res* 1991; 25: 387-405.

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.

Wilke H-J, Claes L, Steineman S. The influence of various titanium surfaces on the interface shear strength between implants and bone. *Clinical Implant Materials: Advances in Biomaterials*. Amsterdam: Elsevier, 1990; 9: 309-314.

Breme J, Biehl V. Metallic biomaterials. In "Handbook of Biomaterials Properties"; eds. Black J, Hastings G. Chapman & Hall, London (1998), p.135.

Bert, M. Missika, P. "Implantes Osteointegrados".Masso,sa.1991. Capítulo 4, pag. 76-101.

Wennerberg A., Albrektsson, A., Andersson B," Design and Surface Characteristics of 13 Commercially Available Oral Implant Systems". *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8:622-633.

Kieswetter K, Scharz Z, Dean DD, Boyan BD. The role of implant surface characteristics in the healing of bone. *CRC Crit Rev Biol Med* 1996;7:329-345.

Lim YJ, Oshida Y, Andres CJ, Barco MT. Surface characterizations of variously treated titanium materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 16: 333-342.

Lazzara RJ, Testori T, Trisi P, Porter S, Weinstein R. A human histologic analysis of Osseotite and machined surfaces using implants with 2 opposing surfaces. *Int J Periodont Res Dent* 1999;19:117-129.

Mustafa K, Wenneberg A, Worblewski J, Hultenby K, Silvia López B, Arvidson K, Determining optimal surface roughness of TiO<sub>2</sub> blasted titanium implant material for attachment, proliferation and differentiation of cells derived from human mandibular alveolar bone. *Clin Oral Impl Res.* 2001;12:515-525.

Gotfredsen K, Berglundh T, Lindhe J. Bone reactions adjacent to titanium implants with different surface characteristics subject to static load. A study in the dog(II). *Clin Oral Impl. Res.* 12, 2001:196-201.

Carlsson L, Rostlund T, Albrektsson B, Albrektsson T. Removal torques for polished and rough titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;3:21-24.

Wenneberg A, Albrektsson T, Anderson B, Krol JJ. A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Oral Implant Res* 1995;6:24-30.

Abrahamsson I, Zitzmann N, Berglundh T, Wenneberg A, Lindhe J "Bone and Soft Tissue Integration Titanium Implants with Different Surface Topography: An Experimental Study in the Dog". *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 16: 323-332.

Ivanoff C-J, Widmark G, Hallgren C. Wenneberg A. Histologic evaluation of the bone integration of TiO<sub>2</sub> blasted and turned titanium microimplants in humans. *Clin. Oral Impl. Res.* 12, 2001, 128-134.

Binon P, Weir D, Marshal S. Surface analysis of an original Brånemark implant and three related clones. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7: 168-175.

Hayakawa T., Yoshinar M., Nemoto K., Wolke J., Jansen J. Effect of surface roughness and calcium phosphate coating on implant bone response. *Clin Oral Impl Res* 2000; 11: 296-304.

Adell R, Lekholm U, Roçler B, Brånemark PI. A 15-years study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaws. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.

Olsson M, Friberg B, Nilson H, Kultje C. MkII-A modified self-tapping Brånemark implant: 3-years results of a controlled prospective pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:15-21.

Rangert B, Jemt T, Jorneus L. Forces and moments on Branemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989 ;4:241-247.

Cohran DL, Schenk RK, Lussi A, Higginbottom FL, Buser D. Bone response to unloaded and loaded titanium implants with sandblasted and acid-etched surface: a histometric study in the canine mandible. *J Biomed Mater Res* 1998;40:1-11.

Eriksson AR, Albreksson T. The effect of heat on bone regeneration . *Int J Oral Surg* 1983;12:282-283.

Eriksson AR. Heat-induced bone tissue injury. An in vivo investigation of heat tolerance of bone tissue and temperature rise in the drilling of cortical bone. Tesis Doctoral., Dep. of Anatomy and Dep. of Oral Surgery, University of Goteborg, Goteborg (1984).

Andersen E, Haanaes HR, Knutsen BM. Immediate loading of single-tooth ITI implants in the anterior maxilla: A retrospective 5-year pilot study. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:281-287.

Reiger MR. Loading considerations for implants. *Oral Maxillofac Clin North Am* 1991;3:795-804.

Branemark PI, Zarb GA, T (eds): Tissue-Integrated Protheses: Osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago, Quintessence Publ Co, 1985, 117-128, 175-186.

Araujo M. G, Lindhe, J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. J Clin Periodontol 2005;32: 212- 218.

Atwood DA. Reduction of residual ridges: a major oral disease entity. J Prosthet Dent. 1971 Sep;26(3):266-79.

Hämmerle CH, Araújo MG, Simion M; Osteology Consensus Group 2011. Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. Clin Oral Implants Res. 2012 May;23(5):641.

Bert M, Itic J, Serfaty R. La stimulation endostée en implantologie. Étude et résultats après 2 ans. Cah Prothese 1989;65:22-31.

Soikkonen K, Wolf J, Hietanen J, Mattila K. Three main arteries of the face and their tortuosity. Br J Oral Maxillofac Surg 1991;29:395- 398.

Burkhardt R, Kettner G, Bohm W, Schmidmeier M, Schalg R, Frisch B. Changes in trabecular bone hematopoiesis and bone marrow vessels in aplastic anemia, primary osteoporosis and old age: a comparative histomorphometric study. Bone 1987;8:157-154.

Solar P, Geyerhofer U, Traxler H, Windisch A, Ulm C, Watzek G. Blood supply to the maxillary sinus relevant to sinus floor elevation procedures. Clin Oral Implants Res 1999;10:34-44.

Drettner B. Pathophysiology of paranasal sinuses with clinical implications. Clin Otolaryngol 1980;5:277-282.

Herberhold C. Physiologie und pathophysiologie der nasennebenhohlen. Arch Otorhinolaryngol 1982;235:1-40.

Bahat O. Treatment planning placement of implants in the posterior maxillae: report of 732 consecutive Nobelpharma implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;6:151-161.

Cawood JI, Howel RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:232-240.

Langer B, Langer L, Herman I, Jorneus L. The wide fixture: A solution for especial bone situations and a rescue for the compromised implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:400-408.

Richter EJ. In vivo vertical forces on implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 99-108.

Meng TR, Rugh JD. Biting force on overdenture and conventional denture patients. *J Dent Res* 1983;62:249-254.

Lindh T, Gunne J, Bäck T, Nyström E. Implant versus tooth-implant supported prostheses in the posterior maxilla: a 2 year report. *Clin Oral Implant Res*. 2001 Oct, 12(5):441-9.

Eckert SE, Meraw SJ, Cal E, Ow RK. Analysis of incidence and associated factors with fractured implants: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac implants* 2000;15:662-667.

Olsson M, Friberg B, Nilson H, Kultje C. MkII-A modified self-tapping Brånemark implant: 3-years results of a controlled prospective pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:15-21.

Fugazzotto PA, Gulbransen HJ, Wheeler SL, Lindsay JA. The use of IMZ osseointegrated implants in partially and completely edentulous patients: success and failure rates of 2023 implants cylinders up to 60- months in function. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8: 617-621.

Jemt T, Lekholm U. Implant treatment in edentulous maxillae: A 5- years follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 303-311.

Schnitman P, Dasilva J, Wöhrle P, Wang H, Koch G. Influence of site on implant survival: seven-year results. *J Dent Res* 1993;72(3):311.

Bahat O. Treatment planning placement of implants in the posterior maxillae: report of 732 consecutive Nobelpharma implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;6:151-161.

Buchs AU, Hahn J, Vassos DM. Interim clinical study report: a threaded, hydroxyapatite-coated implant. Five-year post-restoration safety and efficacy. *J Oral Implantol* 1995;21(4):266-274.

Block MS, Kent JN. Long-term follow-up on hydroxyapatite-coated cylindrical dental implants: a comparison between developmental and recent periods. *J Oral Maxillofac Surg* 1994; 53:937-943.

Stultz ER, Lofland R, Sendax VY, Hornbuckle C. A multicenter 5- years retrospective success analysis of 6200 integral implants. *Compend Contin Educ Dent* 1993; 14: 478-486.

Aparicio C, Ouazzani W, Hatano N. The use of zygomatic implants for prosthetic rehabilitation of the severely re- sorbed maxilla. *Periodontol* 2000 2008: 47: 162-171.

Branemark PI, Gröndahl K, Öhrnell O, Nilsson P, Petruson B, Svensson B, Engstrand P, Nannmark U. Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2004; 38: 70-85.

Aparicio C, Branemark PI, Keller EE, Olive J. Reconstruction of the premaxilla with autogenous iliac bone in combination with osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8: 61-67.

Aparicio C, Manresa C, Ouazzani W, Francisco K, Claros P, Potau JM. The long-term use of zygomatic implants: a 10-year clinical and radiographic report. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012. Doi: 10.1111/cid.12007.

Bedrossian E. Rehabilitation of the edentulous maxilla with the zygoma concept: a 7-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010; 25: 1213-1221.

Parel SM, Branemark PI, Ohnell LO, Svensson B. Remote implant anchorage for the rehabilitation of maxillary defects. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 377-381.

Pi Urgell J, Revilla Gutierrez V, Gay Escoda CG. Rehabilitation of atrophic maxilla: a review of 101 zygomatic implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008; 13: 363-370.

Aparicio C, Manresa C, Francisco K, Aparicio A, Nunes J, Claros P, Potau JM. Zygomatic implants placed using the zygomatic anatomy-guided approach versus the classical technique. A proposed system to report rhino-sinusitis diagnosis. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013. Doi: 10.1111/cid.12047.

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; 106: 527-551.

Davo R. Sinus reactions to zygomatic implants. In: Aparicio C, editor. *The anatomy guided approach*. Berlin: Ed. Quintessence, 2012: 59-76.

Dykewicz MS, Hamilos DL. Rhinitis and sinusitis. *J Allergy Clin Immunol* 2010; 125(Suppl. 2): 103-115.

Hwang PH, Irwin SB, Griest SE, Caro JE, Nesbit GM. Radio-logic correlates of symptom-based diagnostic criteria for chronic rhinosinusitis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 128: 489-496.

Rosenfeld RM, Andes D, Bhattacharyya N, Cheung D, Eisenberg S, Ganiats TG, Gelzer A, Hamilos D, Haydon RC 3rd, Hudgins PA, Jones S, Krouse HJ, Lee LH, Mahoney MC, Marple BF, Mitchell CJ, Nathan R, Shiffman RN, Smith TL, Witsell DL. Clinical practice guideline: adult sinusitis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 137: S1-S31.

Lund VJ, Mackay IS. Staging in rhinosinusitis. *Rhinology* 1993; 31: 183-184.

Lanza DC, Kennedy DW. Adult rhinosinusitis defined. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 117: s1-s7.

Aparicio C. A proposed classification for zygomatic implant patient based on the zygoma anatomy guided approach (ZAGA): a cross-sectional survey. *Eur J Oral Implantol* 2011; 4: 269-275.

Friberg B, Jemt T. Clinical experience of Ti-Unite implants: a 5-year cross-sectional, retrospective follow up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010; 12(Suppl. 1): 95-103.

Petruson BE. Sinuscopy in patients with titanium implants in the nose and sinuses. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2004; 38: 86-93.

Becktor JP, Isaksson S, Abrahamsson P, Sennerby L. Evaluation of 31 zygomatic implants and 74 regular dental implants used in 16 patients for prosthetic reconstruction of the atrophic maxilla with cross-arch fixed bridges. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005; 7: 159-165.

Corvello PC, Montagner A, Batista FC, Smidt R, Shinkai RS. Length of the drilling holes of zygomatic implants inserted with the standard technique. *J Craniomaxillofac Surg* 2011; 39: 119-123.

Aparicio C, Manresa C, Francisco K, Claros P, Aláñez J, González-Martín O, Albrektsson T. Zygomatic implants: indications, techniques and outcomes, and the zygomatic success code. *Periodontol 2000*. 2014 Oct;66(1):41-58.