



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**DISEÑO DEL ESQUEMA OCLUSAL PARA PRÓTESIS  
FIJA SOBRE IMPLANTES**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**CIRUJANO DENTISTA**

**P R E S E N T A :**

**HUGO CESAR PEÑA ORTÍZ**

**DIRECTOR: C.D. EDUARDO MEDINA GARCIA**

MÉXICO D. F.

2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera externar primeramente mis más sinceros agradecimientos a la universidad que me abrió sus puertas la UNAM, porque gracias a esta gran institución he tenido la oportunidad de cursar la educación superior y en especial a la Facultad de Odontología por haberme dado esta hermosa profesión. Del mismo modo deseo agradecer a todos los profesores que me brindaron sus conocimientos y estuvieron dispuestos a resolver mis dudas, así mismo agradecer a los Drs. Nicolás Pacheco Guerrero y Eduardo Medina G. por ayudarme en la realización de esta tesina.

*A mis padres Alfredo Peña y Ma. Eufemia Ortiz:*

*Gracias papá porque siempre supiste llevarme por un buen camino, por tu paciencia, por el gran esfuerzo y sacrificio que hiciste por mí hermana y por mí, por el infinito amor que nos muestras todos los días, gracias por los consejos que me has dado; se que no tengo como pagarte todo lo que has hecho por mí, pero espero que sepas que lucharé todos los días por ser un ejemplo tal y como tú lo has sido para mí. Te quiero mucho.*

*Gracias mamá por tu infinito e incondicional amor, tu cariño, tu comprensión, tu alegría, gracias porque has estado conmigo cuando he estado triste o preocupado, por tus consejos, por preocuparte por nosotros, tus hijos, porque siempre has estado ahí en el momento que necesitamos de tí, por ser la mujer en nuestra casa, la mejor mamá del mundo y... porque gracias a tí se cocinar!. Te quiero mucho mamá.*

*A mi hermana Sheila Peña*

*Gracias porque has estado ahí para escucharme, por tus consejos, por compartir mis momentos de tristeza y alegría, por que a tí te he confesado mis travesuras, en fin por todo el amor que me has mostrado, espero que realices todos tus locos sueños, y que seas muy feliz. Te quiero mucho. Ah!!! Y por ser la hermana más tierna, linda, buena y dulce que he podido tener.*

*Por favor no me vuelvan a asustar, ustedes lo son todo para mí.*

# INDICE

INTRODUCCION	7
OBJETIVOS	9
ANTECEDENTES	10

## CAPITULO I

### ESTRUCTURA DEL IMPLANTE

1.1 Composición química	14
1.2 Anatomía del implante	15
1.3 Superficie externa del implante	16
1.4 Clasificación de los implantes (punto de vista inmunológico)	16
1.5 Clasificación de los implantes dentales	17
1.5.1 Clasificación de los implantes endoóseos	19
1.5.2 Implantes endoóseos de raíz (clasificación por forma)	20
1.5.2.1 Tipo de conexión	21
1.5.2.2 Modificación de las propiedades superficiales	22

## CAPITULO II

### ESTRUCTURA DEL HUESO

2.1 Composición celular del hueso	25
2.2 Hueso inmaduro (primario o de adición) y Hueso secundario (de sustitución o lamelar)	28
2.3 Hueso compacto (cortical) y Hueso esponjoso (trabecular)	29
2.4 Periostio y endostio	32
2.5 Hueso de reparación	33

## CAPITULO III

### OSTEOINTEGRACION (INTERFACE HUESO-IMPLANTE) Y EL SELLADO BIOLOGICO GINGIVAL

3.1 Osteointegración	36
3.2 Cicatrización ósea e integración del implante	36
3.3 Características de la mucosa peri-implantar sana	39
3.4 Mucositis y periimplantitis	41
3.5 Factores que afectan la osteointegración	44

## CAPITULO IV

### CONSIDERACIONES BIOMECANICAS EN LOS IMPLANTES

4.1 Diferencias en el comportamiento biomecánico (órgano dental e implante)	46
4.2 Factores de carga	48
4.2.1 Fuerza axial, fuerza transversal, brazo de palanca y momento de flexión	48
4.2.2 Capacidad de carga hueso-implante (carga inmediata, carga temprana y carga tardía)	52
4.2.3 Oclusión relación cúspide-fosa	54
4.3 Factores de riesgo biomecánico	56

## CAPITULO V

### DISEÑOS OCLUSALES

5.1 Filosofías oclusales	59
5.2 Diseño del esquema oclusal en implantes unitarios	63
5.2.1 Implantes unitarios en zona anterior	63
5.2.2 Implantes unitarios en zona posterior	67

5.3	Diseño del esquema oclusal para prótesis implanto soportada, parcial fija y de arco completo	72
5.4	Esquema oclusal para sobre dentaduras	77
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>80</b>
	<b>FUENTES DE INFORMACION</b>	<b>81</b>

## INTRODUCCION

La pérdida de órganos dentales continúa siendo común en nuestros días ya sea por caries, traumatismos, enfermedad periodontal, u otras causas. Durante muchos años el objetivo principal de la odontología era alargar el tiempo de permanencia de los dientes en la boca; pero cuando por alguna situación ya no era posible lograr el cometido se buscó un reemplazo protésico para el/los órgano(s) dentales faltantes y devolver con esto la función y la estética al paciente. Así se recurrió al uso de prótesis removible y prótesis fija, en las cuales es necesario tomar dientes adyacentes al espacio faltante como pilares para las prótesis; esto involucra el desgaste de órganos dentales sanos para poder sustituir un órgano ausente.

Con el principio de la osteointegración (término acuñado por Branemark) o el anclaje directo del hueso hacia un cuerpo implantado, se logró un gran paso en la odontología restauradora. Sus investigaciones condujeron a la posibilidad del reemplazo de un órgano dental por medio de un material implantado en el hueso. En la actualidad se cuenta con los implantes de titanio como una alternativa en el tratamiento protésico. Los implantes de titanio se han usado ya durante muchos años en el campo odontológico con un amplio índice de éxito a largo plazo en la rehabilitación protésica tanto de pacientes parcialmente edéntulos como totalmente edéntulos.

Los tratamientos protésicos por medio de implantes de titanio, además de no ser necesario el desgaste de órganos dentales sanos para ser usados como pilares en la rehabilitación, los pacientes se sienten más satisfechos con una rehabilitación protésica implanto soportada en términos de comodidad, funcionalidad, estabilidad y estética en comparación con prótesis



convencionales. Esta modalidad de tratamiento ha ganado popularidad y aceptación entre pacientes así como entre odontólogos.

El diseño del esquema oclusal de las prótesis implanto soportadas es discutido con frecuencia muy brevemente en la literatura implantológica. Sin embargo, el establecimiento de una armonía oclusal en las prótesis implanto soportadas, es determinante para la restauración, preservación y el mantenimiento de un estado de ortofunción incluyendo el implante. Con esto, se entiende que la oclusión no se puede dejar de lado ya que es el factor crítico para el diseño de una restauración que emplee las fuerzas oclusales de manera constructiva y no destructiva.

## OBJETIVOS

El propósito del presente trabajo monográfico es mostrar la importancia del establecimiento adecuado del diseño del esquema oclusal como parte importante en el tratamiento de pacientes con prótesis implanto soportada.

Así mismo; mostrar que el éxito de las prótesis implanto soportadas no sólo se basa en conservar la osteointegración de los implantes a largo plazo, sino de establecer una oclusión adecuada para cada caso clínico según el tipo de edentulismo que presente el paciente, y lograr de esta manera, una relación integrada entre el implante, la prótesis y el sistema estomatognático.

## ANTECEDENTES

Desde tiempos remotos el hombre ha intentado sustituir los dientes perdidos, ya sea por caries, traumatismos, enfermedad periodontal, u otras causas; por otros elementos que restaurasen la función y la estética. La necesidad de una prótesis dental surge como una respuesta a la ausencia de los dientes, elementos necesarios para la masticación e importantes para el prestigio y las relaciones sociales. (1)

Los hallazgos antropológicos hablan de la reposición no solo en vivos, sino también en muertos con el fin de embellecer el recuerdo de la persona fallecida, como el encontrado en Faid Soudat, Argelia; se trataba de un cráneo de una mujer joven el cual presentaba un trozo de falange de un dedo introducido en el alveolo del segundo premolar superior derecho hace 9,000 años. Pero el hallazgo más remoto de implantes colocados in vivo son de la cultura maya. El arqueólogo Wilson Popenoe y su esposa, en 1931, descubrieron en la Playa de los Muertos de Honduras un cráneo que presentaba en la mandíbula tres fragmentos de concha introducidos en el alveolo de los incisivos. Este cráneo data de los 600d.C: los estudios radiográficos demostraron la formación de hueso compacto alrededor de los implantes, haciendo suponer que dichos fragmentos se introdujeron en vida. (1,2,3)

En diferentes épocas y culturas, la sustitución de dientes fue concebida de muy diversas maneras. En la Edad Media que comprende del 476 (Caída del Imperio Romano) al 1640 con la Revolución Inglesa. Los cirujanos barberos, ante las exigencias de los nobles y militares de rango, pusieron de moda los trasplantes dentales, utilizando como donantes a los plebeyos, sirvientes y soldados. Posteriormente, dichas prácticas fueron abandonadas ante los continuos fracasos y la posibilidad de transmisión de enfermedades. (1,3)

En el periodo de los siglos XVI al XVIII destacaron Ambrosio Pare, Pierre Fauchard y John Hunter. Ambrosio Paré publica en 1572, en París sus “ Cinq Livres de Chirurgie”, en los cuales se tratan muchas y variadas cuestiones de cirugía bucal y odontología en general, además enriqueció el instrumental con la invención del abre bocas, el gatillo y el pelícano. Suprimió los métodos inhumanos anteriores de tratar las heridas por medio de aceite caliente, popularizó el uso de las ligaduras vasculares para contener las hemorragias, trabajó en la reimplantación dentaria, y fue el primero que utilizó la prótesis en la fisura palatina. Realizó el prestigio de la cirugía y mejoró las técnicas volver a implantar el diente en su alveolo si había sido extraído por equivocación. (1,3)

Durante el siglo XIX se llevó a cabo la colocación de los primeros trasplantes intraalveolares, destacando Maggiolo quien en 1809 introdujo un implante de oro en el alveolo de un diente recién extraído, con esto muchos intentaron realizar implantes usando la plata y el plomo sin resultados favorables. (1)

Durante el siglo XX comenzó una larga investigación por sentar las bases, las técnicas, las normas sanitarias de limpieza y esterilización y por encontrar el material adecuado para utilizarse en implantes. En este tiempo se introdujeron conceptos innovadores como la importancia de la asociación íntima entre hueso e implante, la curación del tejido bucal, y la inmovilidad del implante. Sin embargo no se podía encontrar el material idóneo, lo cual ocurría de igual manera en cirugía general. Se intentaron utilizar distintos materiales, como el Vitallium (aleación de cobalto-cromo-molibdeno), el tantalio, la amalgama empacada en el alveolo seco hasta el borde gingival después de una extracción, el acrílico, el acero inoxidable, aleaciones de cromo-níquel, implantes cerámicos, hasta que en 1952, el profesor Branemark al realizar una investigación con estudios microscópicos in Vitro

de la médula ósea del peroné de conejo para conocer mejor la vascularización tras practicar traumatismos óseos. Introdujo una cámara óptica de titanio en el hueso del conejo; al tratar de retirar la cámara comprobó que no podía, ya que la estructura de titanio se había incorporado por completo en el hueso, y el tejido mineralizado era totalmente congruente con las microirregularidades de la superficie de titanio. A este hecho se le denominó osteointegración y a partir de entonces se comenzaron a realizar estudios para rehabilitar animales edéntulos, que resultaron eficaces, por lo que surgió la idea de un sustituto para la raíz de los dientes que estuviera anclado en el hueso maxilar. (1,4,5)

A partir de los años ochenta, se comenzaron a desarrollar diferentes tipos y formas de implantes, que afectan tanto su morfología externa como su morfología microscópica. También se comenzó el desarrollo de una técnica quirúrgica adecuada para realizar la cirugía implantar; en este punto Branemark propuso su diseño de implante endoóseo, realizando dos fases quirúrgicas para asegurar la osteointegración del implante, así como también el instrumental quirúrgico adecuado para su colocación. En la actualidad están prácticamente desechados los implantes subperiósticos y en láminas, siendo los endoósicos (los cuales se introducen dentro del hueso y con forma de raíz artificial) los usados por la mayoría de sistemas de implantes. (1,6,7)

Los implantes de titanio se colocaron inicialmente para restaurar a pacientes totalmente edéntulos, situación que aun representa el mayor porcentaje de su aplicación en la práctica odontológica, debido a que esta modalidad en su uso resultó ser un tratamiento altamente exitoso en comparación con aquellos pacientes que recibieron una dentadura convencional sin el soporte de implantes. Como contra partida se han empleado con gran éxito las prótesis implanto soportadas, fijadas a los implantes por tornillos de conexión o por cementación, para la restauración

de edéntulos parciales, ya sea por falta de uno o varios órganos dentales (prótesis parcial fija y prótesis fija unitaria). El tratamiento de estas disfunciones por medio de implantes ha resultado en grandes beneficios para el paciente parcialmente edéntulo, en comparación con los métodos tradicionales en los que la necesidad de un pilar de retención para una prótesis fija obliga la preparación y con esto el desgaste de órganos dentales sanos. (1,8,9,10)

# CAPITULO I

## ESTRUCTURA DEL IMPLANTE

### 1.1 Composición química

Los implantes dentales deben reunir una serie de características fisicoquímicas en cuanto a biocompatibilidad, estabilidad química, rigidez y elasticidad, para favorecer su integración ósea y permitir situaciones de carga funcional. (1)

El titanio es el metal más utilizado actualmente en la mayoría de los implantes dentales, es el cuarto elemento más abundante en la tierra (después del aluminio, el hierro y el magnesio), aunque es un metal muy poco noble, es protegido por una capa pasiva de óxido de titanio, que se forma rápidamente tanto en el aire como en el agua. El titanio ha demostrado ser en la actualidad un material que permite una adecuada incorporación y un estrecho contacto entre la superficie de éste y el hueso circundante. La interfase así formada es capaz de soportar las fuerzas de presión y cizallamiento intrabucales si la configuración superficial permite su retención. (7,1)

En Odontología el titanio utilizado en la fabricación de los implantes es el titanio puro (contiene un 99.75% de titanio y un 0.25% de impurezas, por ej. en sistemas ITI-Bonefit, Branemark, IMZ) o aleaciones de Ti-6Al-4V (90% de Ti, 6% de Al, 4% de V, por ej. En sistemas Core-Vent). En algunos estudios se han encontrado iones de titanio en el hueso periimplantario, la mucosa periimplantaria, ganglios linfáticos regionales y en órganos como el hígado, riñones, bazo, plasma, pelo, etc., después de la colocación del implante. Aunque la interpretación y su significado médico de estos datos resultan difíciles de valorar, ya que los iones de titanio alteran algunos

valores en la química sanguínea, aunque lo hacen dentro de valores normales. Además no se han descrito cuadros clínicos semejantes a una "metalosis" relacionadas con implantes de titanio, y tampoco se han reportado concentraciones citotóxicas del metal que pudieran comprometer la salud. (7,12,13)

## 1.2 Anatomía del implante

El implante dental es un material aloplástico, diseñado para colocarse quirúrgicamente sobre un reborde óseo residual con el fin o propósito de servir como base o cimiento para un dispositivo protésico que puede ser una dentadura completa o parcial, un puente o una supraestructuradental. (7)

La forma más utilizada en los implantes dentales es la de tornillo cilíndrico o de raíz (endoóseos) en la que se pueden diferenciar de manera general tres partes: el cuerpo, el cabezal y la porción transmucosa. (1)

El cuerpo es la parte fundamental del implante que, colocada quirúrgicamente en el interior del hueso, permite su osteointegración. (1)

El cabezal es la parte estructural del implante que permite el ajuste pasivo del transepitelial o de los distintos aditamentos protésicos, que van fijados mediante tornillos en el interior del implante. La tendencia actual de los implantes es dotar al cabezal de un hexágono externo que impida los movimientos rotatorios de las supraestructuras o bien dotarlo de un sistema de atornillamiento por fricción. (1,14)

La porción transmucosa o cuello sirve de conexión entre la parte osteointegrada y las supraestructuras protésicas. Se pueden encontrar en diferentes diámetros y alturas, de superficie externa pulida. La mayoría de los sistemas presentan esta porción transmucosa como un componente



enroscable al cuerpo del implante (Branemark), sin embargo en determinados sistemas de implantes esta porción irá unida sin solución de continuidad con el cuerpo (ITI). (1,14)

### 1.3 Superficie externa del implante

En cuanto a la forma externa (cuerpo) que se presenta en los implantes endóseos; la forma más utilizada es la de tornillo cilíndrico o de raíz; y, dependiendo de la morfología y el procedimiento quirúrgico utilizado para conseguir el anclaje primario, se distinguen tres tipos básicos de implantes: lisos, roscados y anatómicos. Además de la forma de su anclaje también el implante puede presentar diferencias en la preparación de su superficie con algún revestimiento.

### 1.4 Clasificación de los implantes (punto de vista inmunológico)

Desde el punto de vista inmunológico, los materiales que se utilizan se clasifican en 4 grupos: autólogos, homólogos, heterólogos y aloplásticos. Los materiales autólogos o autógenos se refiere a cualquier tejido u órgano transferido de una zona a otra del mismo individuo; los materiales homólogos se refiere a cualquier órgano o tejido transferido de un individuo a otro (de la misma especie); los materiales heterólogos se refiere al material o tejido tomado por un individuo de otra especie; y los materiales aloplásticos, que se refiere a materiales de origen mineral ya sea metal, cerámico, resina, etc. En el siguiente cuadro se ilustra la clasificación de los materiales. (7)

Material autólogo (autógeno)	Autoplastia (del mismo organismo)	Trasplante de dientes retenidos, reimplantación de dientes, trasplante óseo, injertos de tejidos blandos
Material homólogo (alógeno)	Homoplastia (de otro individuo de la misma especie)	Banco de huesos (conservación con ciadita, liofilización)
Material heterólogo (xenógeno)	Heteroplastia (de un individuo de otra especie)	Hueso no vital y desproteinizado (trabécula ósea de Keil) colágeno, gelatina.
Material aloplástico	Aloplastía (sustancia extraña inorgánica)	Metales, cerámica, resinas.

Desde el punto de vista científico y práctico, los metales son de gran importancia en la implantología osteointegrada. Esto se debe, a la escasez habitual del soporte óseo, sólo pueden utilizarse en clínica formas dúctiles de los implantes además de la intensa sobre carga mecánica a la que es sometido el implante dentro de la boca exige una elevada resistencia (a la presión, flexión y tracción, etc.) del material aloplástico empleado. (7)

### 1.5 Clasificación de los implantes dentales

Los implantes dentales se pueden clasificar en función de su forma y/o de su posición. De acuerdo a su posición se dividen en 4 subtipos: Implantes subperiósticos (que van sobre el hueso), implantes transóseos (que van a través del hueso), implantes endóseos (que van dentro del hueso) y los implantes yuxtaóseos (que van al lado del hueso). (7,6)

Los *implantes yuxtaóseos* son considerados el primer tipo de implante desarrollado, pero actualmente ya no se emplean de forma habitual debido al colapso vascular que provoca en el hueso. (7)

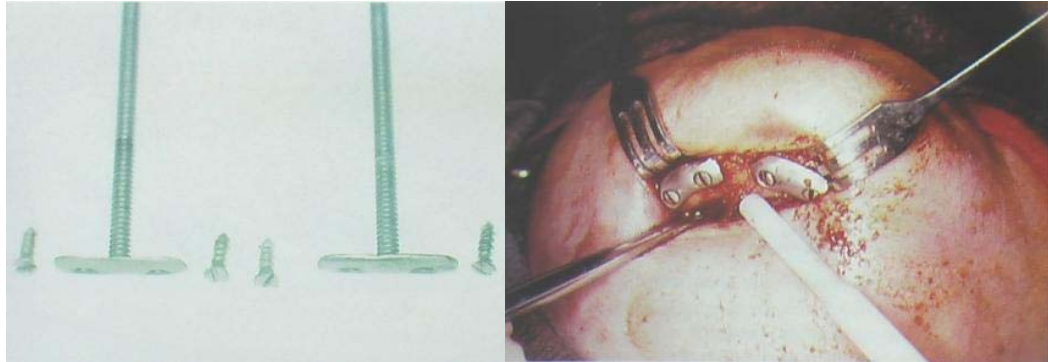
Los *implantes subperiósticos* son estructuras moldeadas y hechas de forma que se adaptan a la forma del hueso alojándose por debajo del mucoperiostio. (6)



Donath K, J.S., R.J., S.H. Atlas De Implantología  
Imagen que muestra un ejemplo de implante Transóseo. La estructura descansa debajo el mucoperiostio.

Los *implantes transóseos* son implantes hechos de una sola pieza. Solamente se pueden colocar en la parte frontal de la mandíbula inferior, Es necesaria una incisión submental en un ambiente quirúrgico y atraviesan por completo el mucoperiostio y el hueso mandibular. (7)

Cabe mencionar que también estos dos últimos tipos de implante ya no se emplean debido a los porcentajes desiguales de éxito y por lo complicado de la técnica para su colocación. (6)



Donath K, J.S., R.J., S.H. Atlas De Implantología

Ejemplo de Implante Transóseo el acto quirúrgico por el que debe pasar el paciente resulta muy incómodo.

Por último tenemos a los *implantes endoóseos* los cuales se colocan sobre una columna vertical de hueso por medio de una incisión mucoperióstica, y con la ventaja de que se pueden colocar en ambas arcadas. Estos son los más utilizados ya que se pueden emplear como solución para casi todas las indicaciones, basando su éxito clínico en la osteointegración. (6,1)

### 1.5.1 Clasificación de los implantes endoóseos

Estos tipos de implantes se pueden clasificar de acuerdo a su diseño, por ejemplo: *Implantes de espiga, de aguja, de lámina, de rama en lámina (marco), y de raíz.*

Los implantes de láminas, los de espiga y aguja también se encuentran en desuso; los primeros debido a que se requiere una incisión mucoperióstica más larga, además de que en el caso de existir fractura del

implante la pérdida de tejido óseo es significativo durante su posterior extracción y no se pueden utilizar para prótesis unitarias; y los de espiga y aguja no distribuyen las fuerzas axiales de forma correcta en el hueso. (7)



Donath K, J.S., R.J., S.H. Atlas De Implantología  
Ejemplo de implante en lámina.

### 1.5.2 Implantes endoóseos de raíz (clasificación por forma)

Los implantes de raíz a su vez se pueden dividir también en: *Implantes lisos o cilíndricos* (que presentan una superficie homogénea y su colocación endoósea se realiza mediante un mecanismo de presión axial o percusión (también llamados *implantes impactados*); su inserción es más sencilla, presenta menos pasos quirúrgicos). *Implantes roscados* (el cual presenta espiras como las de un tornillo y su colocación se realiza labrando un lecho que permita el enroscado del implante). *Implantes troncocónicos o anatómicos* (constituyen un tipo intermedio entre los dos anteriores ya que su cuerpo es abultado en las primeras espiras y presenta un adelgazamiento

hacia apical, imitando la morfología de un alveolo. *Implantes perforados* (los cuales presentan perforaciones que atraviesan transversalmente el implante por lo regular a nivel del tercio apical con la intención de lograr una mejor relación de adhesión entre hueso e implante). Además de implantes que presentan combinaciones de las formas anteriormente mencionadas. (7,1)

A su vez, de todos estos tipos de implantes, los más empleados en la actualidad son los implantes roscados y los cilíndricos sin perforaciones, debido a que los implantes perforados no han tenido resultados satisfactorios, presentando una mayor tasa de infección y de perimplantitis, así como de fracturas. De la misma forma se ha demostrado que se obtienen mejores resultados en la osteointegración con implantes roscados que con implantes cilíndricos. De hecho las investigaciones y el desarrollo de la osteointegración realizada por Branemark se realizaron con implantes roscados. (4,15,17,16)

### 1.5.2.1 Tipo de conexión

Además de todo esto podemos clasificarlos de acuerdo a la forma en que se une el conector con el pilar con esto tenemos:

- 1) Implantes con conexión atornillada del pilar:
  - Implantes con conexión externa: Replace (Nobel Biocare®), Klockner®, Branemark (Nobel Biocare®), Osseotite (3 i®)
  - Implantes con conexión interna (Figuras 3-7):
    - Con plataforma plana: Semados®, Screw-Vent ® (Centerpulse), Replace select (Nobel Biocare®).
    - Con cono Morse: ITI®, Ankylos®, Astra®.
- 2) Implantes con conexión del pilar a fricción:
  - Bicon® (Tonal).

### 3) Implantes pilares de una sola pieza:

— Reuter®, Tramonte®, Nobel Direct®. (14)



Ejemplo de implantes de izquierda a derecha. Implante de conexión externa e implantes de conexión interna.

#### 1.5.2.2 Modificación de las propiedades superficiales

Por último tenemos las modificaciones que por medio de ingeniería aplicada se realizan en la superficie de los implantes con el fin de influir la respuesta de forma positiva en los tejidos circundantes, incluyendo la osteointegración. Estos cambios en su superficie corresponden a un intento del aumento de la rugosidad del implante con el fin de lograr una mejor relación de adhesión entre el hueso y el implante. (7,18)

##### Revestimiento de plasma de titanio

Los nuevos avances en osteointegración aconsejan la utilización de implantes con superficie rugosa para aumentar la superficie de unión al hueso; con este fin se presentan los implantes bañados con titanio a los que se llamaron "recubiertos con plasma de titanio"; esto se logra lanzando al implante un chorro de gas noble (argón) comprimido y caliente (15,000-20,000 °C) y a una velocidad de choque de (3,000m/seg), al cual se le añade

partículas de polvo en forma de hidruro de titanio, con esto las pequeñas gotas del metal chocan contra el implante soldándose íntimamente. La capa superficial que se origina tiene un grosor de aproximadamente 20-30µm con una rugosidad aproximada de 15µm. Esta capa de revestimiento aumenta aproximadamente entre 6 y 10 veces el área de superficie de contacto. Desde el punto de vista clínico la cubierta de plasma de titanio ofrece una aposición acelerada en la fase inicial de cicatrización, un aumento en el área de la superficie en contacto del implante con el hueso y mejora el anclaje del implante en comparación con los implantes de estructura lisa o pulida. (7,1)

#### Arenado (grabado de la superficie)

En el arenado de los implantes se realizan superficies rugosas en implantes lisos por medios erosivos y corrosivos, esta técnica permite evitar algunas impurezas y se reduce el peligro de desprendimiento de partículas de titanio durante la inserción del implante. La superficie del implante de tornillo de Ledermann se arena inicialmente y luego se graba con ácido. Gracias a este método combinado se obtiene una superficie rugosa y pura, de características óptimas. (7)

#### Estructuración con láser

Con el láser eximer se crean rugosidades en la superficie del implante de manera selectiva y con determinadas angulaciones. Esta tecnología permite realizar microrretenciones con una determinada orientación, a diferencia de la estructura superficial, sin ningún tipo de orientación, que se obtiene con el recubrimiento con plasma de titanio o las rugosidades superficiales producidas por el arenado. (7)



## Revestimiento con hidroxiapatita

El principio de los implantes con revestimiento de hidroxiapatita (considerado un material bioactivo) es establecer una unión química con el hueso y así conseguir una mejor biointegración. Estudios sobre la mineralización y cristalinidad indican que las superficies de los implantes recubiertos con hidroxiapatita de baja cristalinidad (50%) presentan mayor formación mineral que aquellos con superficies de alta cristalinidad (90%).  
(1,7)

## **CAPITULO II**

### **ESTRUCTURA DEL HUESO**

Para conocer el fenómeno de la osteointegración, es importante conocer la biología elemental del hueso, pues es el lecho receptor del implante; y el resultado de este contacto entre hueso y la superficie del implante brindará la estabilidad necesaria para su preservación y mantenimiento. (1)

El tejido óseo es uno de los tejidos más resistentes y rígidos del cuerpo humano, es un tejido especializado en el que sus componentes extracelulares están mineralizados, con el objetivo de soportar presiones. Como constituyente principal del esqueleto humano, sirve de soporte para las partes blandas y protege órganos vitales (por ejemplo órganos de la caja torácica y craneana). Aloja y protege la médula ósea, formadora de las células de la sangre, sirve de reservorio del calcio y otros iones inorgánicos, participando de la homeostasis del calcio en todo el organismo. Además proporciona apoyo a los músculos esqueléticos, transformando sus contracciones en movimientos útiles, y constituye un sistema de palancas que incrementa las fuerzas generadas en la contracción muscular. (18)

#### **2.1 Composición Celular del hueso**

El tejido óseo esta formado por células (*osteoblastos, osteocitos, osteoclastos y células de revestimiento*) y un material intercelular calcificado ó *matriz ósea*. Aunque el tejido óseo se encuentra formado básicamente por éstas células también se encuentran elementos de la médula en varias etapas de maduración, adipositos, fibroblastos, células endoteliales y células del músculo liso. (18,19)

Los *osteoblastos* son las células óseas fuertemente dedicadas a la síntesis proteica y a la deposición de la matriz ósea (colágena y glucoproteínas). Poseen prolongaciones citoplasmáticas que se unen a las de los osteoblastos vecinos, estas prolongaciones se hacen evidentes cuando un osteoblasto y sus prolongaciones se ven envueltos por la matriz, esta matriz adyacente a la célula activa en un principio no se encuentra calcificada llamándose *sustancia osteoide*, al calcificarse forman una matriz calcificada que da paso a la formación de los canalículos (matriz calcificada que rodea a las prolongaciones) y de las lagunas (matriz calcificada que rodea el cuerpo del osteoblasto). Una vez aprisionado por la matriz recién sintetizada, el osteoblasto pasa a ser llamado *osteocito*. (18,19)

El *osteocitos* es una célula aplanada de aspecto dendrítico forma canalículos y lagunas (lagunas osteocitarias) al calcificarse la matriz que lo rodea; con esto, permanecen encerrados, constituyendo la población celular permanece de manera definitiva englobadas en el interior de la matriz ósea, sin poder modificar posteriormente su posición. La desaparición de los osteocitos sucede únicamente durante la reabsorción por parte de los osteoclastos, los cuales actúan en la remoción tanto de la matriz como de las células. (18,19)

Los *osteoclastos* son células móviles, gigantes, sumamente ramificadas encargadas como ya se mencionó de la degradación y la reabsorción de la matriz ósea. De acuerdo al estadio funcional es posible reconocer dos distintas formas celulares. Cuando no se encuentran ocupadas en actividades de resorción, se localizan ya sea adheridos a la superficie ósea, así como en la capa interna del periostio, en el retículo endotelial endostal o móviles como en el ambiente extracelular. La actividad lítica de los osteoclastos lleva a la producción de cavidades de resorción de aspecto dentado, definidas como *lagunas de Howship*. (18,19)

Las *células de revestimiento* o *lining bone cells*, junto con los osteocitos, constituyen la población permanente de las células óseas. Contrariamente a los osteocitos que se encuentran incluidos dentro de la matriz mineralizada, las células de revestimiento forman una capa que recubre las superficies tanto óseas como corticales. Estas células presentan una forma achatada y constituyen un tapete celular que separa la matriz ósea del ambiente extracelular funcionando de esta forma como una barrera capaz de realizar cambios moleculares entre los dos compartimientos. Las células de revestimiento por un lado se encuentran en íntima unión en su vertiente con el estroma a capilares y al fluido extracelular, mientras que en su vertiente hacia la matriz mineralizada están impregnadas por el fluido óseo. El fluido circula en profundidad ante los cuerpos celulares y los procesos citoplasmáticos de los osteocitos, y representa el vehículo de transporte de las sustancias nutritivas, de los metabolitos y de los iones minerales. (18,19)

La *matriz orgánica*, (componente fibrilar y no fibrilar). *El componente fibrilar* de la matriz orgánica constituye el 95% de la matriz orgánica y está representada casi exclusivamente por colágeno tipo I. El colágeno es una proteína fibrosa, en el tejido óseo está totalmente sumergido en la matriz mineral y cuya función principal es impartir resistencia mecánica al hueso. La fibra colágena es flexible pero no extensible y ofrece una notable resistencia a la tracción. (19)

*El componente no fibrilar* está constituido por un amplio espectro de moléculas proteicas y glucídicas, conjugadas mayormente en forma de glicoproteínas, que están englobadas dentro de la matriz mineralizada; este componente forma el 5% restante de la matriz orgánica. La mayor parte de estas moléculas son sintetizadas y secretadas por los osteoblastos durante su deposición, otras llegan del torrente sanguíneo, se filtran a través del endotelio de los capilares y entran a formar parte de las sustancias

extracelulares. Con la mineralización del osteoide, todas estas moléculas permanecen atrapadas en el tejido óseo. En la actualidad son reconocidos los proteoglicanos, la osteocalcina, osteonectina, sialoproteínas y algunas seroproteínas. (19)

La actividad de estas células nunca se desarrolla en forma singular, sino siempre en conjunto unas con otras, constituyendo unidades funcionales. Esto se refiere a que las células óseas actúan de forma cooperativa, de acuerdo a las necesidades funcionales, en actividades de modelado y remodelado óseo. (19)

## 2.2 Hueso inmaduro (primario o de adición) y Hueso secundario (de sustitución o lamelar)

El *hueso primario* hace su aparición en el hombre, en el tercer mes de vida intrauterina aproximadamente, es el primer tejido óseo que se forma y gradualmente es sustituido por tejido óseo secundario. En el adulto es poco abundante, persistiendo sólo en las proximidades de las suturas de los huesos del cráneo, en los alveolos dentarios y en puntos de inserción de tendones. El hueso primario puede ser depuesto en el caso específico de la reparación de una fractura, tanto traumática como quirúrgica. El hueso inmaduro es más flexible, más frágil y se deforma con facilidad. Está constituido por fibras de colágeno sin organización definida y tiene menor cantidad de minerales. (18,19)

El *hueso secundario* o de sustitución aparece en el hombre aproximadamente en el séptimo mes de vida intrauterina y su formación continúa durante todo el ciclo de vida, inicialmente por deposición sobre hueso primario y después sobre el hueso secundario formado. Es el tipo generalmente encontrado en el adulto. Se encuentra formado por los mismos

componentes del tejido primario, pero de una forma más organizada. También es definido como hueso de sustitución. Su principal característica es poseer fibras de colágena organizadas en laminillas que quedan paralelas unas con otras, o se disponen en capas concéntricas en torno de canales con vasos, formando los sistemas de Havers. (18,19)

### 2.3 Hueso compacto (cortical) y hueso esponjoso (trabecular)

El hueso presenta distinto comportamiento según se trate de *hueso compacto* (o hueso cortical) y de *hueso esponjoso* (o medular, trabecular o canceloso). (1) Esta clasificación es macroscópica y no histológica ya que el tejido compacto y los tabiques que separan las cavidades del esponjoso tienen la misma estructura histológica básica. (18)

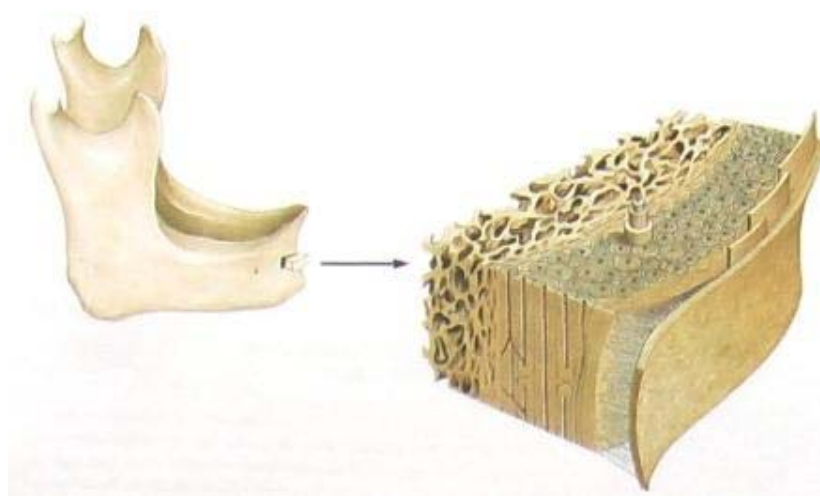
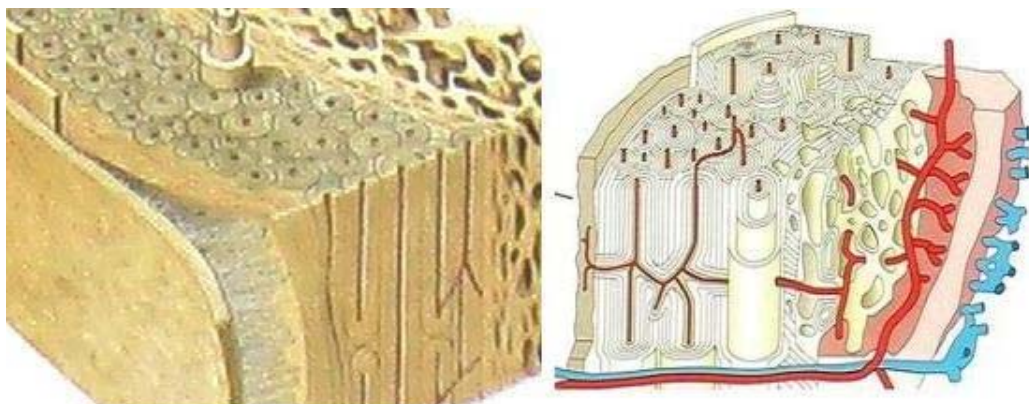


Imagen Eiji I., Lily T., Sumiya H. Osteointegración y Rehabilitación Oclusal.  
Detalle en el que se muestra la constitución de hueso compacto y hueso esponjoso.

El *hueso compacto* o cortical forma una capa exterior densa y protectora alrededor de todos los huesos, y se forma a partir de la disposición adyacente y parcialmente sobrepuesta de formaciones cilíndricas, llamadas *osteonas*. Las osteonas se encuentran densamente empaquetadas de laminillas, incluyendo laminillas concéntricas. Un *sistema Haversiano*

consiste en vasos sanguíneos y nervios dispuestos en un túnel llamado canal Haversiano, rodeado de una lamela. En las lamelas se encuentran los osteocitos, que se comunican entre ellos a través de extensiones propias ubicadas en pequeños canales llamados canalículos. Los osteocitos están embebidos dentro de la matriz ósea mineralizada. Los espacios entre las osteonas se rellenan con lamelas intersticiales, que también contienen células formadoras de hueso. (19,18)



Fragmento: Eiji I., Lily T., Sumiya H. Osteointegración y Rehabilitación Oclusal

Fragmento: Palacci P. Odontología Implantológica Estética

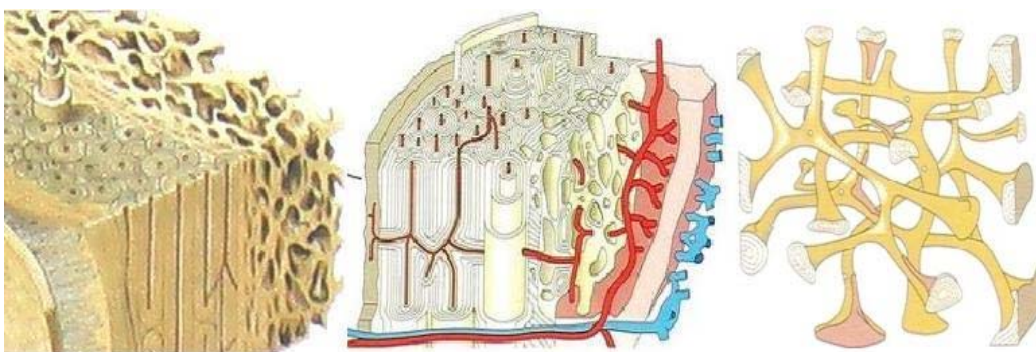
Imagen que muestra la estructura del hueso compacto: Cortical, sistemas haversianos

El hueso compacto se encuentra mineralizado hasta un 95% es de 10 a 20 veces más rígido que el hueso esponjoso, lo cual explica porque soporta mejor los implantes. La mandíbula es básicamente un hueso largo tubular compuesta de una capa cortical externa que rodea el hueso central esponjoso de densidades variables. La resistencia de la mandíbula está relacionada con su hueso cortical denso, que es más grueso en la parte anterior del borde inferior y en la parte posterior del borde superior. (20)

El *hueso esponjoso* o trabecular está localizado por debajo de la capa del hueso cortical. La compleja malla estructural del hueso esponjoso le

ayuda al hueso a mantener su forma cuando éste se expone a esfuerzos mecánicos.

El hueso esponjoso está formado por una red tridimensional de estructuras laminares o tubulares denominadas *trabéculas óseas* "en forma de esponja", y no está formado por la típica distribución estructural del hueso cortical, a partir de osteonas. Es cavernoso, mucho menos denso y por lo tanto menos duro que el cortical; tiene un 70% de tejido blando principalmente en el hueso medular. Las trabéculas dejan espacios (por los que atraviesan vasos sanguíneos) con grandes superficies en las que se hallan abundantes osteoblastos y osteoclastos. Las trabéculas están dispuestas de acuerdo a trayectoria de las cargas producidas por el peso corporal y a la acción muscular. Durante su recorrido, las trabéculas de un lado se entrecruzan con las del lado opuesto formando un trenzado ordenado, donde fungen como elementos de estabilización entre ellas. La cavidad medular central contiene la médula ósea y la médula amarilla, y está conectada directamente con el hueso trabecular. Este tipo de hueso no es una base estable para la fijación primaria por lo que el tiempo de osteointegración es más largo en el maxilar. (1,20)



Fragmento de imagen: Eiji I., Lily T., S.H.  
Osteointegración y Rehabilitación Oclusal.

Fragmentos Imagen: Palacci Patrick Odontología Restauradora y Estética. Manipulación del Tejido Blando y Duro

Imagen Donde se muestra el detalle del trabeculado en el hueso esponjoso.



## 2.4 Periostio y endostio

Las superficies internas y externas de los huesos están recubiertas por membranas conjuntivas, que forman el endostio y el periostio. El revestimiento de las superficies de las estructuras óseas es esencial para la manutención del tejido.

El periostio consiste en dos capas una externa que es densa y fibrosa y una capa interna que es blanda, con más vasos sanguíneos y células. Las células de la capa interna ayudan a formar una cantidad extra de callo óseo durante el proceso de curación de las fracturas. A medida que aumenta la edad el periostio se hace más fino y cuando el esqueleto alcanza la madurez, la capa osteogénica desaparece casi por completo. A pesar de estos cambios, las células osteogénicas continúan formando hueso nuevo a lo largo de la vida. En el hueso las fibras parecen tener un papel importante en la regulación de la enucleación y crecimiento de los cristales de hidroxapatita, al ser un sitio preferencial para que se produzca este hecho. (20)

El endostio está constituido por una delgada lámina de tejido conjuntivo laxo, que reviste las cavidades del hueso esponjoso, el conducto medular, los conductos de Havers y los de Volkman. Se diferencia del periostio en que solo contiene una capa de células, que es similar a la capa de celular del periostio, ya que se compone de células progenitoras óseas, osteoblastos y osteoclastos. Por tanto, el periostio y el endostio representan las fuentes que reparan los daños producidos al tejido óseo; además nutren al tejido óseo, ya que de sus vasos parten ramificaciones que penetran en los conductos de Volkman sirviendo como fuente de osteoblastos.

## 2.5 Hueso de reparación

El inicio del proceso preprogramado de cicatrización para reparar una fractura/defecto y devolver al hueso su forma original, por vía de remodelación/modelación. Los acontecimientos de la cicatrización se parecen a los que están implicados en el desarrollo del hueso. En el hueso intramembranoso, la cicatrización se puede dividir en las siguientes fases: (1) formación de hematoma, (2) liberación y activación de mediadores desde los tejidos dañados y la sangre circundante, (3) acumulación de células inflamatorias y células mesenquimales, (4) revascularización y formación del tejido de granulación, (5) degradación tisular por macrófagos y células gigantes, (6) diferenciación celular a osteoblastos, (7) formación del hueso trezado, y (8) remodelación/modelación. (20)

El remodelado óseo o estructural es una cascada de eventos que suceden ordenadamente y conduce, a la formación de una cavidad de erosión en el hueso preexistente, sucesivamente a su relleno con nuevo hueso. Los elementos celulares que intervienen en esta primera etapa, los osteoclastos y sucesivamente los osteoblastos. (19)

Durante la erosión osteoclástica, o primera fase del remodelado, las cargas que gravan sobre el segmento óseo se reparten sobre una masa de tejido, que gradualmente disminuye en la medida que la cavidad se alarga. Las deformaciones del hueso, que rodea la cavidad de erosión, se incrementan notablemente y cuando superan el valor de set-point superior ( $> 2500\mu\Sigma$ ) los osteocitos son activados, quienes a su vez quienes activan el proceso de inversión, segunda fase del remodelado; en esta fase los osteocitos bloquean la actividad de los osteoclastos con un mecanismo aún no definido, con la cual inducen la diferenciación de los osteoblastos de sus precursores; en forma verosímil, elementos del estroma con potencialidad

osteogénica. Posteriormente sigue la deposición, tercera fase del remodelado, que incrementa la masa del tejido óseo y finaliza cuando las deformaciones, entrando en el ámbito del intervalo fisiológico de los set-point, cesan de ser activas en comparación con los osteocitos, induciendo su desactivación. (19)

El hueso recién aposicionado posee una estructura primitiva, pero los procesos de neoangiogénesis, regeneración y consolidación han reconstituido en el segmento lesionado las condiciones metabólicas y estructurales adecuadas para enfrentar las cargas mecánicas a las que el segmento ha sido sometido. Esta adaptación permite la organización de la trayectoria de las actividades de modelado y remodelado que se verifican sucesivamente. En el hueso primario neodepuesto y en el secundario preexistente, las fases de adaptación estructural tienen lugar inmediatamente después que el área involucrada en la lesión ha alcanzado cierta consolidación. (19)

A la cuarta semana del evento traumático, la osteogénesis regenerativa ha alcanzado el ápice de su actividad y empieza a perder inercia; por el contrario aumenta progresivamente la actividad celular correlacionada con la adaptación de la estructura. La fase de adaptación no es tan intensa como la regeneradora, pero perdura por un periodo de tiempo más largo, durante este período la organización del tejido óseo luce orientada desde un punto de vista morfológico de acuerdo a las trayectorias de los vectores de carga producidas por las cargas mecánicas; esta condición permite, mejorar la resistencia y vascularización del área regenerada. La adaptación estructural no afecta sólo una parte del tejido, sino que comporta la reestructuración de toda la masa ósea neoformada. La reobtención de las estructuras osteónicas es acompañada por la desaparición de la formación inicial del trabaculado con igualmente, modificación de las arquitecturas,

compacta y esponjosa, del segmento afectado. Los factores mecánicos asumen gran importancia, condicionando no sólo la fase de orientación del blastema fibrocelular, que conduce a la osteogénesis y a la consolidación del segmento lesionado, así sea la fase de adaptación estructural, de modelado, sino también la de remodelado. En la deposición, el hueso nuevo es constituido de acuerdo a las cargas producidas por las fuerzas mecánicas, reobteniendo, en la zona consolidada, una estructura de tipo trayectorial. (19,18)

## **CAPITULO III**

### **OSTEOINTEGRACION (INTERFASE HUESO-IMPLANTE)**

#### **3.1 Osteointegración**

La osteointegración se define como un anclaje o conexión directa estructural y funcional del hueso a un cuerpo implantado que puede proporcionar una base de soporte para una prótesis y poseer la capacidad de transmitir las fuerzas oclusales directamente al hueso. (4)

El titanio como ya se mencionó presenta una cualidad especial, ya que cuando se implanta en tejido duro, el hueso es capaz de crecer ordenado en contacto directo con el implante, sin una apreciable cápsula de tejido blando a su alrededor. No obstante, el implante no está adherido al hueso, ya que a nivel ultraestructural se aprecia una capa de tejido blando de unos 5 a 10nm de grosor que, en el mejor de los casos, separan al Titanio del hueso receptor. (1)

#### **3.2 Cicatrización ósea e integración del implante**

La colocación quirúrgica de un implante produce un grado variable de contacto entre el hueso y el implante. El área de interfase se compone del hueso, el tejido medular, y el hematoma mezclado con los fragmentos del hueso debido al proceso del fresado. Como en la cicatrización de un defecto o fractura, después de la colocación del implante, las células mesenquimales e inflamatorias migran desde los vasos sanguíneos adyacentes y el estroma medular hacia el área de interfase. El hematoma se sustituye por los vasos sanguíneos proliferativos y por el tejido conectivo hábil. Las células gigantes

multinucleadas cubren las superficies del implante que está en contacto directo con el tejido no mineralizado. Este signo puede indicar que el encapsulamiento óseo de un implante es una reacción ante un cuerpo extraño. Sin embargo, el número de éstas células, disminuye con el tiempo y aumenta la cantidad de contacto hueso-implante. (19)

En la fase temprana de cicatrización, el hueso trenzado se forma por las uniones osteoblásticas en las superficies del hueso trabecular y cortical endóstico que rodean al implante. La remodelación extensa, la reabsorción seguida por la formación ósea, en el hueso cortical cerca de las superficies del implante produce un aumento del número de osteonas secundarias y la formación ósea trenzada en los huecos que hay entre el implante y la superficie cortada del hueso. El hueso recién formado, acercándose a la superficie del implante, produce la condenación ósea, tanto dentro de las roscas del implante como hacia la superficie del implante. La cantidad de hueso en las roscas y el grado de contacto hueso-implante aumentan con el tiempo. En la última fase de cicatrización, el hueso laminar sustituye el hueso trenzado en un proceso de sustitución progresiva. La primera fase de cicatrización ósea suele tardar entre 4 y 16 semanas, mientras que el proceso de remodelación puede prolongarse entre 4 y 12 meses; por lo que es probable que la cicatrización completa pueda tardar más tiempo de lo convencional, de entre 3 a 6 meses. (19, 20,21)

El espacio presente entre el tejido óseo mineralizado y la capa de plasma de titanio no es mayor de 10 Å y aparece lleno de un material matriz, los proteoglucanos. Así, se cree que la superficie del implante tiene un profundo efecto sobre la aposición ósea, tanto química como físicamente. (1)

Una red de colágeno rodea los osteocitos y se inserta en la capa de glucoproteínas, que se fusiona con la capa de óxido. Se cree que el óxido de titanio induce la formación de glucosaminoglucanos sulfatados. Las trabéculas óseas crecen acercándose al implante y contactando con la capa de plasma. Por ellas llegan los vasos que aportan nutrición, elementos celulares para la remodelación y rodean al implante; las células blásticas (fibro y osteoblastos), aumentan y al acercarse al implante se unen a la capa de óxido. Forman sustancia fundamental que llena los espacios trabeculares y se fusiona con la capa de óxido. (19,21)

Aunque el epitelio de unión alrededor de los implantes se origina procedente del epitelio oral, y el que se encuentra en los dientes deriva del epitelio reducido del esmalte, se han encontrado similitudes estructurales y funcionales entre la inserción epitelial en los implantes y la inserción epitelial existente en los dientes naturales. (19)



Imagen Modificada de Palacci P. Odontología Implantológica Estética- Manipulación del Tejido Blando y Duro.

Imagen. Muestra la formación ósea alrededor del implante. La formación ósea se lleva a cabo entre las espirales del implante. Se observa también el espacio entre el tejido mineralizado y el plasma de titanio.

### 3.3 Características de la mucosa peri-implantar sana

Así como el anclaje adecuado de un implante en el hueso es un requisito previo para la estabilidad del implante, la retención a largo plazo de un implante parece depender de la inserción epitelial y de la inserción adecuada del tejido conectivo a la superficie de titanio (es decir, un sellado tisular blando completo que protege al hueso del ambiente oral). (21)

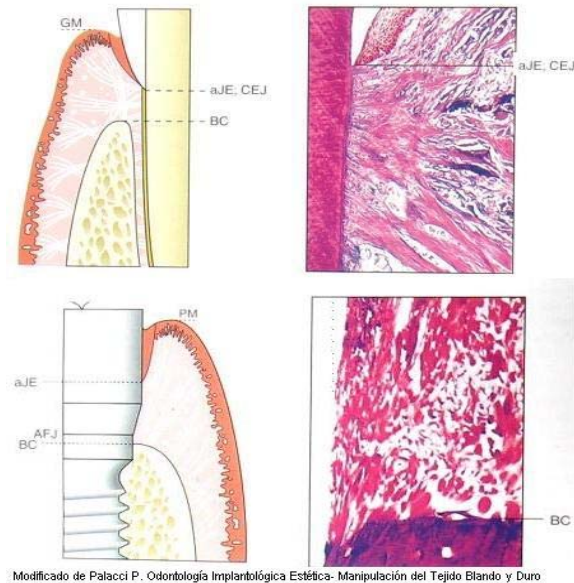
El epitelio que rodea a un implante, es similar al que rodea a un diente natural, donde pueden observarse tres componentes fundamentales: el epitelio marginal, epitelio del surco y el epitelio de unión. Desde el punto de vista microscópico, en cada uno de estos componentes, podemos encontrar las siguientes capas o estratos: basal, espinosa, granulosa y córnea. La célula epitelial, consigue un cierre aislante por medio de los hemidesmosomas de su capa basal. Los cuales son capaces de adherirse a cualquier superficie, ya sea orgánica o inorgánica. Esta unión, dará lugar al llamado "*sellado epitelial*" del epitelio de unión frente al diente o frente al implante; actuando como barrera del surco periimplantario contra el paso de bacterias o toxinas procedentes de la cavidad oral. (19)

En 1991 Berglungh y sus colaboradores comprobaron. La eficacia del sellado epitelial. Sus análisis revelaron una similitud en ambos epitelios (del tejido blando dentario y el periimplantario), y observaron, que el tejido epitelial periimplantario, presenta un contacto directo con la superficie pulida del implante, manteniendo una altura promedio de unos dos milímetros, de forma similar al epitelio de los dientes. Además encontró que éste epitelio, se continúa, con el epitelio del surco, y éste con la mucosa queratinizada del epitelio oral, tanto en los dientes como en los implantes. (21)



Las células basales del epitelio de unión, se encuentran adyacentes al tejido conectivo y al implante, pero separadas de éstos, por una lámina basal. Cochran DL, 1997 encontró que, la lámina basal está compuesta principalmente por colágeno tipo IV, y consta de una lámina lúcida, cercana a la membrana plasmática de las células epiteliales, seguida de una lámina densa, y una estructura de glicosaminoglicanos en contacto directo con el implante. Este contenido de glicosaminoglicanos (mucopolisacáridos), actúa como un adhesivo fisiológico con el implante, formando una superficie de unión biológicamente adecuada, aunque de menor intensidad que en los dientes. (19)

El tejido conectivo se encuentra debajo del epitelio, en contacto con el implante, con un espesor de al menos 1mm. Presenta una proporción de fibras de colágeno mayor que la cantidad de fibroblastos. Este tejido conectivo, no posee inserciones implantarias como las que poseen las fibras supracrestales en el cemento del diente natural. Esta ausencia de inserción, junto con la falta de ligamento periodontal, son las diferencias más importantes que existen entre el tejido periodontal y el periimplantario. Además, Berglundh, Ericsson, entre otros, observaron que la arquitectura de este tejido conectivo difiere del de la dentición natural, ya que en él, las fibras conectivas se extienden desde la cresta alveolar, paralelas a la superficie del implante. (20,21,22)



Dibujo esquemático en el que se muestra el tejido blando y duro alrededor del diente sano y alrededor del implante. Arriba: (GM) Margen gingival, (aJE) Terminación apical del epitelio de unión, (CEJ) Unión cemento-esmalte, (BC) Cresta ósea marginal. Abajo: (PM) Margen Peri-implantar, (aJE) Terminación apical del epitelio de unión, (AFJ) unión pilar-fijación, (BC) Cresta ósea.

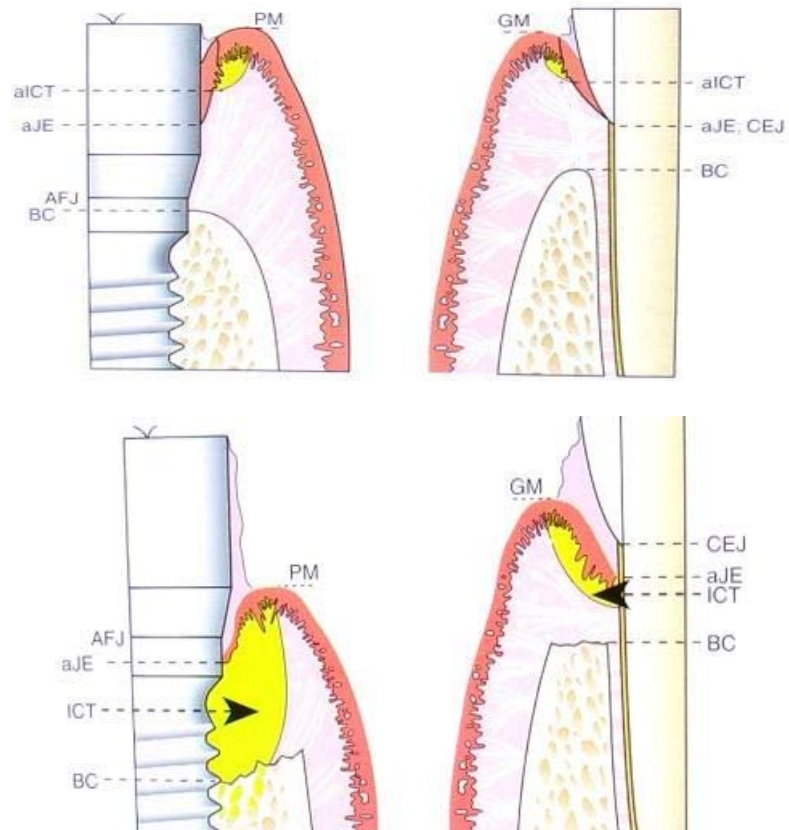
### 3.4 Mucositis periimplantaria

La mucosa masticatoria alrededor de los implantes y la encía alrededor de los dientes responden de forma similar a la formación de nueva placa con el desarrollo de una lesión inflamatoria. Podemos encontrar un infiltrado de células inflamatorias en el tejido conectivo adyacente al epitelio de unión similar en los dientes y en la mucosa periimplantaria. Es más, la magnitud y

composición de las lesiones en ambos tejidos tienen características comunes, ya que la mucosa periimplantaria y la encía alrededor de los dientes tienen un parecido potencial, para responder a la formación de placa temprana. En varios estudios se ha descrito una producción de gingivitis y mucositis periimplantar a partir de las 3 semanas de detener la higiene oral. Los resultados de la destrucción ósea son más pronunciados en los implantes que en los dientes, el tamaño de la lesión de los tejidos blandos es más grande en los implantes que en los dientes y la lesión en los implantes se extiende más frecuentemente al hueso medular. (24,23)

La periimplantitis se define como un proceso inflamatorio que afecta a los tejidos que rodean a un implante osteointegrado en función, provocando la pérdida de soporte óseo, mientras que se define como mucositis periimplantaria a un proceso inflamatorio en ausencia de la pérdida de hueso.

La mucositis periimplantaria es un proceso reversible similar a la gingivitis. La pérdida de hueso asociada a la periimplantitis suele ser circunferencial o en forma de embudo, a diferencia de la pérdida ósea de causa periodontal que se localiza en un lado (defectos angulares). Además, la morfología de los defectos óseos parece estar influenciada por la forma macroscópica de los implantes y tener características diferentes en función del diseño del implante, así como de la estructura de superficie de los mismos. De esta forma, alrededor de los implantes roscados aparecen defectos más aplanados, son defectos horizontales, y alrededor de los implantes cilíndricos los defectos óseos tienen forma más angular, es decir son más verticales. (24)



Palacci P. Odontología Implantológica estética

Dibujos esquemáticos de la anatomía del tejido blando y duro peri-implantar (izquierda) y el tejido periodontal (derecha). El área violeta representa la formación de placa microbial. (PM) Margen gingival, (AFJ) unión pilar fijación, (ICT) Tejido conectivo infiltrado, (AJE) Terminación apical del epitelio de unión, (BC) Cresta ósea marginal, (GM) Margen gingival, (CEJ) unión cemento-esmalte.

Otro factor en relación con la salud de los tejidos blandos periimplantarios que puede incidir de forma notoria a la hora de la respuesta de los tejidos ante la agresión ya sea traumática o infecciosa, es la presencia de encía queratinizada alrededor de los implantes. Mucho se ha enfatizado en periodoncia sobre la necesidad o no de la presencia de una banda de tejido insertado, queratinizado, que rodee a los dientes; aunque no es imprescindible para la obtención de salud periodontal. En la literatura

implantológica se ha observado que los implantes rodeados de mucosa alveolar, móvil, no queratinizada, parecen ser más susceptibles a la progresión de la periimplantitis. Sin embargo no hay estudios clínicos que soporten la idea de que la ausencia de encía queratinizada conlleva a una mayor frecuencia y progresión más rápida de periimplantitis. (24,25)

### 3.5 Factores que alteran la osteointegración del implante

La estabilidad del implante depende de la naturaleza de contacto entre el hueso y la superficie del implante. Aunque no ha sido posible medir con precisión la estabilidad de los implantes, se ha visto que el grado de anclaje influye en los resultados a largo plazo de los implantes osteointegrados. (22)

Para conseguir la osteointegración de una forma fiable, y el éxito a largo plazo de los implantes dentales, Albrektsson y cols, señalan una serie de factores básicos que deben ser considerados:

1. Biocompatibilidad del material de implante.
2. Características macroscópicas y microscópicas de la superficie del implante.
3. El estado del lecho del implante (no infectado, con hueso de calidad)
4. La técnica quirúrgica
5. Fase de curación sin perturbaciones.
6. El diseño protésico consiguiente y una fase de carga a largo plazo.

Hoy día, se sabe, que el control meticuloso de estos principios, conduce, en un elevado número de ocasiones, al éxito clínico de los implantes dentales. (22)

Además de que la pérdida de hueso periimplantario ha sido atribuida generalmente a diferentes procesos mencionados como son desde una técnica quirúrgica inadecuada, fracaso en conseguir la osteointegración,

carga prematura, sobrecarga biomecánica, infección periimplantaria y a una respuesta alterada del huésped. Se ha encontrado que, de todos ellos, la infección periimplantaria y la sobrecarga biomecánica causada por un esquema oclusal inadecuado, son los factores etiológicos que se involucran en la pérdida progresiva de hueso en implantes que ya están en función. Su aparición requiere un diagnóstico y tratamiento precoz para evitar el fracaso del implante. Clásicamente se ha aceptado esta dualidad etiológica aunque la evidencia científica de una y otra en la génesis de la periimplantitis es bastante diferente. En la actualidad se ha dado gran importancia en el papel que desempeñan las bacterias en la etiología de la periimplantitis. Sin embargo, en humanos, no existe evidencia suficiente que sustente que la sobrecarga oclusal se manifieste por pérdida progresiva de hueso marginal que lleve a la pérdida de osteointegración. (24)

## CAPITULO IV

### CONSIDERACIONES BIOMECANICAS EN LOS IMPLANTES

#### 4.1 Diferencias en el comportamiento biomecánico (órgano dental e implante)

El comportamiento biomecánico de un órgano dental difiere en mucho del de un implante. La gran diferencia existente en dicho comportamiento radica principalmente en el periodonto, encontrado en los órganos dentales; el periodonto se encuentra constituido por, el cemento radicular del diente, el ligamento y fibras periodontales, y el hueso alveolar. El ligamento periodontal es un tejido conectivo celular denso, fibroso, y altamente vascular, localizado entre dos tejidos conectivos mineralizados, el cemento radicular del diente y el hueso alveolar. El ligamento periodontal es responsable de la propiocepción, la función homeostática, así como de la nutrición. La inervación propioceptiva del ligamento periodontal permite la sensibilidad táctil durante los contactos dentales, sin esta sensibilidad el implante es más susceptible a la sobre carga oclusal, porque la habilidad de sobrecarga, la adaptación a la fuerza oclusal, y los mecanorreceptores están significativamente reducidos en los implantes dentales. (25,1,26)

Otra diferencia radica en el desplazamiento axial ante una carga del diente dentro de su alveolo, el cual es de entre 25 y 100 $\mu$ m y el del implante es de 3 a 5 $\mu$ m. El ligamento periodontal se encuentra funcionalmente orientado hacia una carga axial, que conduce al ajuste fisiológico-funcional de la tensión oclusal a lo largo del eje del diente y a la adaptabilidad funcional del periodonto a las condiciones de cambio tensional. (25)

Como ya se mencionó la osteointegración se lleva a cabo por un anquilosamiento del implante al hueso, es decir, no se encuentra el ligamento periodontal que separe al hueso del implante. Por tal motivo en un momento de carga oclusal un diente presenta dos fases de movimiento una fase inicial llevada a cabo por el periodonto (no lineal y compleja) y una fase secundaria en la que interviene el hueso alveolar (de tipo lineal y elástico). El implante no posee un sistema de amortiguación por ello solo presenta una fase de movimiento ante la carga (lineal y elástico) por lo que la fuerza de carga se ve transferida de manera directa al hueso y es el hueso quien tiene que distribuir las fuerzas de carga. (24)

Además otra ventaja del ligamento periodontal del diente sobre los implantes es que puede ofrecer el potencial para soportar los movimientos ortodónticos de los dientes estimulando la aposición y resorción del hueso. En la práctica dental se han reportado que muchos implantes dentales son colocados en una posición o inclinación insatisfactoria, debido a una deficiente planeación o deficiencias en el hueso alveolar lo cual compromete su colocación quirúrgica. Si en un implante pudiera formarse el ligamento periodontal, podrían ser movidos por medios ortodónticos hasta una posición favorable en cuanto a estética y función. Respecto a esto han habido estudios como los de Jahangiri en el 2005, que indican la formación de un ligamento de menor espesor que se forma en algunas zonas del implante aunque aún no se ha podido explicar como se lleva a cabo dicha formación por lo que son necesarios más estudios. (25)



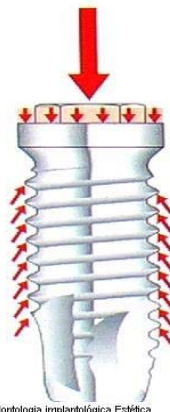
## 4.2 Factores de carga

En cualquier estructura sujeta a una carga (la fuerza que actúa sobre un cuerpo), son posibles la sobre carga y sus complicaciones posteriores. La sobre carga en la odontología implantológica se puede definir como una condición en la que las fuerzas funcionales o parafuncionales ejercen una fuerza que provoca el fracaso de un implante, la pérdida del soporte óseo, el fracaso del componente o una combinación de estas condiciones.

Un método clínico para analizar estos factores biomecánicos en la planificación del tratamiento, se basa en definir tanto la carga aplicada según los factores de carga geométricos como lo son la fuerza transversal o lateral, de torsión, el brazo de palanca y momento de flexión y por factores oclusales como la capacidad de carga del hueso/implante, en los que es importante el anclaje del implante y la inclinación del implante. Factores como la masa muscular, la relación intermaxilar, y los hábitos parafuncionales del paciente determinan la magnitud, dirección y frecuencia de éstas cargas. (20,1)

### 4.2.1 Fuerza axial, fuerza transversal, brazo de palanca y momento de flexión

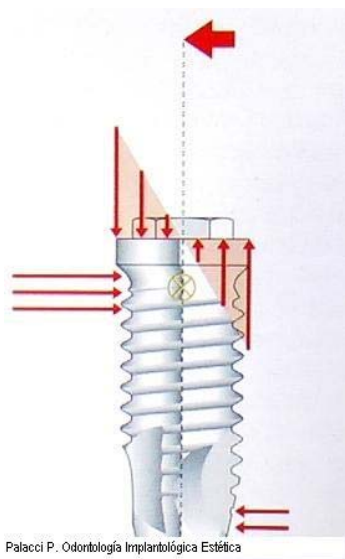
Una fuerza axial en un implante es aquella fuerza aplicada a lo largo del eje de un implante, el estrés de dicha fuerza se distribuye alrededor de la sección transversal y de las roscas del implante; logrando con esto que el hueso y el implante tengan una alta capacidad de soportar la carga. (20)



Palacci P. Odontología Implantológica Estética

Imagen que ejemplifica la fuerza axial sobre el implante.

Pero cuando una fuerza es aplicada en dirección transversal con relación al eje axial del implante, se introduce un momento de flexión. El momento de flexión se define como la fuerza x el brazo de palanca, que es igual a la distancia ortogonal entre la dirección de la línea de fuerza y el eje axial de la sección transversal). En ésta solo una porción pequeña de la porción transversal del implante y solo unas pocas roscas contrarrestan la carga, creando con esto un aumento del nivel de estrés en el implante y en el hueso. (20)



Palacci P. Odontología Implantológica Estética

Las fuerzas aplicadas perpendicularmente al eje de un implante se llaman cargas transversales o de flexión. El centro del brazo de palanca se encuentra en el punto medio entre la parte más superior de la corona y la parte más inferior del implante, con lo cual se ejerce una fuerza en el extremo contrario de donde se aplica la fuerza.

Las fuerzas funcionales en casos individuales son difíciles de controlar y predecir, dado que la intensidad y duración varían en cada paciente, y una rehabilitación en la que el paciente deba aplicar una fuerza controlada no es posible en la odontología implantológica, por lo que la única forma de considerar la fuerza funcional es por estimación. (20)

El identificar la presencia de bruxismo y de alguna parafunción en el paciente son esenciales ya que tales hábitos pueden provocar la sobrecarga de flexión cuando ambos incrementan tanto de magnitud como de frecuencia. La reconstrucción implantológica debe ser muy estable para los pacientes con bruxismo o alguna parafunción, dado que muy frecuentemente no se pueden controlar las fuerzas. (20)

El efecto de las fuerzas orales en los implantes puede variar dependiendo de las condiciones oclusales. Si se permite un contacto cuspídeo, el aumento de la inclinación cuspídea provoca un incremento de la magnitud de los componentes de la fuerza transversal que ejercen fuerza sobre el implante, y cuanto más lateral es el contacto, tanto mayor es la fuerza de palanca. Sin embargo, centralizar el contacto oclusal contrarresta estos efectos. La realización con detalle del diseño básico de las superficies oclusales y el patrón de contacto es un importante instrumento para limitar las fuerzas de flexión sobre el implante y el hueso. (20)

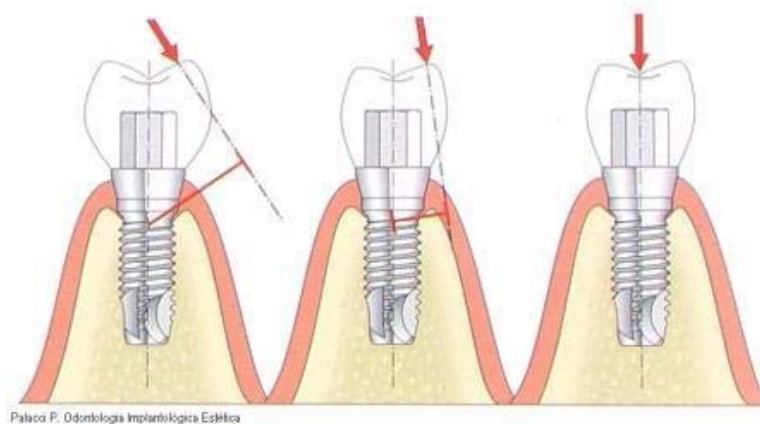


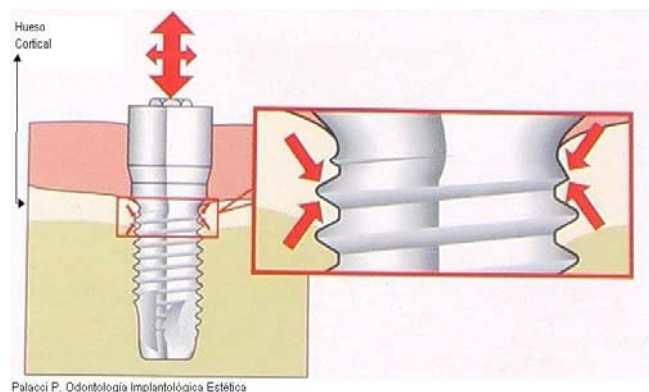
Imagen que ilustra cuando se aumenta la inclinación cuspídea aumenta la fuerza transversal y con esto el brazo de palanca.

Las características mecánicas de los componentes del implante, como la precisión de las interfaces, la precarga en la unión del tornillo, y las técnicas de cierre, pueden influir en la capacidad de carga de la restauración implantológica.

Además de la posición del implante es importante el número de implantes a utilizar así como también su distribución en la prótesis, por ejemplo, en prótesis implantosoportadas con dos o tres implantes se ha observado una distribución más uniforme de la carga al hueso en las prótesis con tres implantes que aquellas con dos implantes a los extremos; así mismo en prótesis con cantilevers (o extensión protésica) se ejercen fuerzas de torsión sobre la extensión que provocan en las zonas distales de los implantes más posteriores una mayor carga, lo cual aumenta la presión en dichas zonas. De la misma forma se debe considerar el riesgo que representa conectar protésicamente un implante con un diente natural; ya que como se explicó anteriormente, el comportamiento biomecánico es muy diferente entre un implante y un órgano dental. (1)

#### 4.2.2 Capacidad de carga hueso /implante (carga inmediata, carga temprana y carga tardía)

La estabilidad total del anclaje de un implante se determina por la calidad y la cantidad ósea. El soporte que brinda el hueso cortical es importante ya que al ser hueso fuerte y compacto incrementa la capacidad de soportar la carga y también la resistencia a la flexión. En las situaciones en las que el hueso cortical resulta insuficiente para el anclaje seguro del implante, se necesita nueva formación ósea para asegurar el implante; esto es posible dejando al implante sin carga y permitiendo el tiempo suficiente de cicatrización hasta que el hueso muestre resistencia radiográfica y físicamente. (20)



La siguiente imagen muestra la relación del hueso cortical con el implante. Mantener un anclaje adecuado asegura el anclaje del implante.

En diversos estudios se ha encontrado evidencia de que esperar un tiempo de 3 meses (como mínimo) antes de sujetar a la carga un implante en mandíbula, es suficiente para la cicatrización ósea, y un periodo de 6 meses (como mínimo) es el suficiente para maxilar; es decir someter al implante en un periodo de *carga tardía*. En contra parte a lo anterior otros estudios recientes han demostrado que es posible la carga inmediata y la carga temprana en los implantes dentales. (20,27)

La *carga inmediata* se realiza cuando un implante es sometido a carga el mismo día de su colocación. La *carga temprana* se define como el sometimiento a la carga de un implante desde el segundo día hasta los 3 meses en mandíbula y hasta los 6 meses en maxilar. Estos estudios muestran que es posible la carga inmediata cuando se logra una buena estabilidad primaria, es decir, se logra una estabilidad mecánica en el momento de colocar un implante. Este factor depende de la densidad del hueso, la técnica quirúrgica, y el diseño estructural del implante. Lográndose una tasa de éxito acumulada del 99.1% en implantes con carga temprana. (27)

Además de la utilización óptima del hueso en el sitio de colocación del implante, también se puede proporcionar una mejor posición coronaria del implante mediante la inclinación del mismo para mejorar el soporte de una prótesis. Limitando la inclinación de un implante (entre 15 y 30 grados) se asegura una mínima concentración del estrés, la meta es la colocación de la cabeza del implante lo más cerca posible a la dirección actuante de la fuerza de tal manera que se reduzca el brazo de palanca y el momento de flexión. Utilizando la posición elegida de la cabeza del implante, se puede inclinar el implante para mejorar su anclaje; aprovechando de esta forma la capacidad de carga en el hueso. (20)

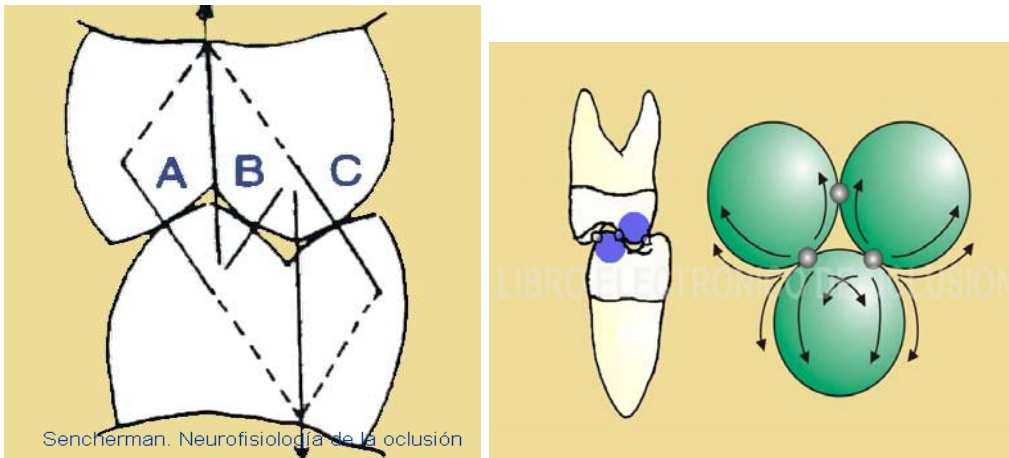
La precisión en la colocación del implante varía según cada caso individual y la necesidad de una mayor precisión se observa en pacientes parcialmente edéntulos según la arcada a tratar y las posiciones de los dientes adyacentes o antagonistas. Las prótesis fija unitaria sobre implantes representan un gran desafío principalmente en la zona anterior, donde la necesidad de la obtención de la funcionalidad, biocompatibilidad y la estética son objetivos muy importantes de lograr; donde una posición de menos de

1mm o menos de 10 grados de inclinación mayor o menor en el implante puede poner en peligro el resultado del tratamiento. (20)

Las características mecánicas de los componentes del implante como lo son la precisión de las interfases, la precarga de unión del tornillo, y las técnicas de cierre, pueden influir en la capacidad de carga de la restauración. Un mal ajuste entre la prótesis y el implante genera las cargas estáticas en el hueso; aunque un mal ajuste en prótesis total no parece ser una causa mayor de complicaciones; la precisión es de vital importancia en las prótesis parciales fijas de corto espacio, donde cada implante soporta una carga que tiene un valor estratégico. (20)

#### 4.2.3 Oclusión: relación cúspide a fosa

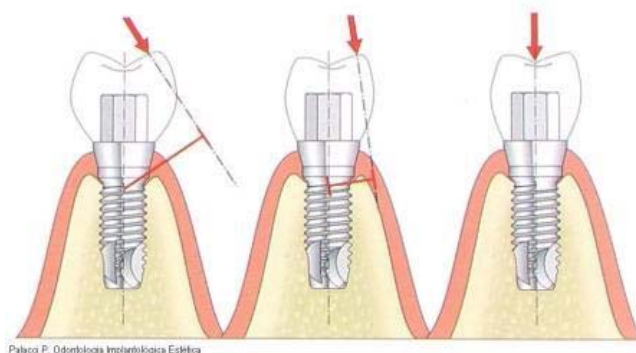
Los dientes normalmente ocluyen en una relación cúspide a fosa, que produce una carga axial de los dientes. Por esto es importante estudiar la oclusión en la dentición natural para desarrollar una oclusión óptima para las prótesis osteointegradas. En la colocación de los implantes, siempre se debe considerar la dentición antagonista para obtener la mayor cantidad de carga axial en los implantes. La coordinación de los procedimientos de la planificación de tratamiento quirúrgico y protésico es uno de los factores importantes para la obtención de óptimos resultados estéticos y biomecánicos. De esta manera al asegurar una posición adecuada del implante, también se puede asegurar una correcta relación entre la prótesis y sus contactos antagonistas. Como se ha mencionado anteriormente, debido a que no existe ningún efecto amortiguador entre el implante y el hueso, las fuerzas oclusales se transmiten directamente al hueso a través de la prótesis osteointegrada. (20)



Pacheco G. N. Libro electrónico de Oclusión

En las siguientes imágenes se muestra un esquema que ilustra el objetivo de lograr contactos equilibradores (estabilizar al diente vestibulo-lingual, en sentido mesio-distal y, el tripodismo en el contacto entre cúspide y fosa). (28)

La altura de las cúspides puede ayudar a mejorar la eficacia masticatoria, pero las inclinaciones exageradas pueden causar interferencias cuspidas. Dado que el movimiento masticatorio es normalmente vertical, las formas de las cúspides y las inclinaciones influyen en el mismo. Inclinaciones exageradas de cúspides producen un aumento en el elemento vertical de masticación. Y las inclinaciones bajas producen un aumento en los elementos laterales del movimiento masticatorio.





### 4.3 Factores de riesgo biomecánico

Los factores de riesgo biomecánico pueden ayudar en el diseño de la reconstrucción protésica final en términos de dimensión, contactos oclusales y función; así mismo ayudan a observar las condiciones anatómicas determinadas por el número de implantes y su posición. En la literatura se muestran diferentes tipos de factores de riesgos biomecánicos, que se pueden aplicar para el diseño de las restauraciones implanto-soportadas, la presencia de alguno de estos factores indican una situación arriesgada para los implantes y la prótesis.

#### a) *Factores de Riesgo Geométrico:*

- Cuando el número de implantes es más reducido que el número de soportes radiculares. Por ejemplo en pacientes que requieren prótesis de tres unidades y en los que solo se colocan dos implantes, o cuando un implante reemplaza un molar, en lugar de colocar dos implantes (un implante por raíz).
- En el caso de implantes de plataforma ancha, se debe tener precaución en el hueso mandibular posterior, debido a su densidad y vascularidad baja puede provocar reabsorción ósea marginal.
- La conexión de implantes dentales con dientes naturales, es un factor de riesgo debido a las diferencias biomecánicas entre ambos, la conexión representa compartir la carga de manera inequilibrada.
- La colocación de implantes a lo largo de una línea recta en una restauración posterior permite que las fuerzas laterales induzcan flexión en los implantes. En la restauración de la arcada total, la

colocación de implantes en línea recta conlleva el riesgo de sobrecarga.

- La presencia de una extensión aumenta considerablemente la carga a los implantes, y cada pónico aumenta el riesgo de la pérdida de (de los) implante(s).
- La altura excesiva de la restauración (pilar corona) aumenta el brazo de palanca provocando el aflojamiento del tornillo o la fractura del componente.

*b) Factores de riesgo oclusales:*

- Pacientes con bruxismo o parafunciones, tienen un efecto negativo en la estabilidad de los componentes.
- Presencia de contactos oclusales laterales en la prótesis implantosoportada. Para evitar el riesgo la prótesis se debe diseñar con el contacto causal en la fosa central, la inclinación mínima de las cúspides, y el posicionamiento de los implantes de modo que las fuerzas oclusales actúen principalmente a lo largo del eje axial del implante.
- Si se elimina el contacto oclusal y los dientes antagonistas son dientes naturales, los dientes naturales se pueden extruir y establecer el contacto con el tiempo, por lo que se debe establecer el contacto céntrico.

*c) Factores de riesgo hueso-implante:*

- Es factor de riesgo la falta de estabilidad primaria en el implante. Es importante la evaluación de la estabilidad para elegir la carga temprana o permitir un tiempo adecuado de osteointegración antes de someter a carga los implantes.

- Otro factor de riesgo es la elección de un implante de menor diámetro en la zona posterior, este hecho aumenta las fuerzas de flexión.

d) *Factores de riesgo tecnológico:*

- Un factor de riesgo tecnológico es la falta del ajuste protésico. En prótesis completas se ha observado que existe a menudo un desajuste considerable entre la prótesis y el implante. En prótesis de espacio corto en la región posterior, en la que cada implante tiene un valor estratégico, la falta de ajuste protésico o de la tensión adecuada en el tornillo debe considerarse un factor de riesgo. (20)

## CAPITULO V

### DISEÑO DEL ESQUEMA OCLUSAL

#### 5.1 Filosofías oclusales

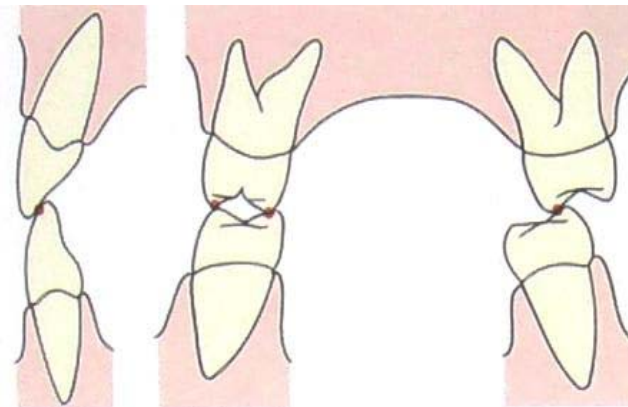
La filosofía oclusal para los implantes dentales es muy variable y depende de varios parámetros como son: la posición de los dientes naturales y del implante, así como el número, tamaño y el diseño producen un sin número de posibles combinaciones. (30)

La mayoría de los conceptos en esquemas oclusales están basados sobre el desarrollo con dientes naturales, y son llevados a los sistemas implanto-soportados con muy pocas modificaciones. La información descrita en el capítulo anterior se puede aplicar para el diseño de las restauraciones implanto-soportadas. También se deben considerar las variables clínicas de las fuerzas que inciden en la zona periimplantaria, como es el tipo de dentición antagonista, la fuerza de mordida, el número de implantes disponibles para soportar la carga, posición del implante dentro de la prótesis, rigidez de la prótesis y la geometría del implante. Si a esto se agrega la realización de un encerado diagnóstico sobre el modelo articulado permitirá determinar el resultado estético final y analizar las distintas fuerzas oclusales que incidirán sobre los implantes. (1,27,29)

Para el diseño de los esquemas oclusales se pueden establecer la siguiente serie de patrones oclusales según el tipo de edentulismo del paciente: (1)

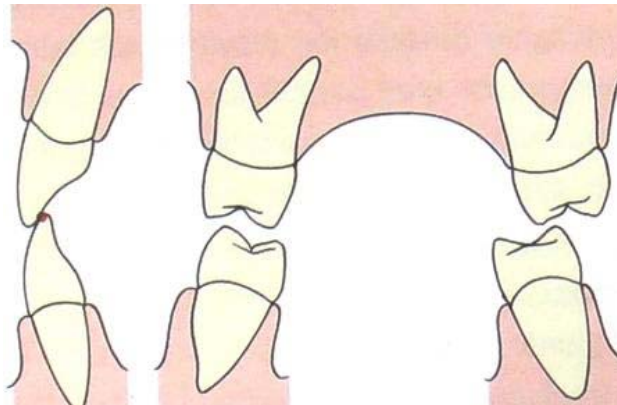
- a) *Oclusión Balanceada*. (oclusión completamente balanceada, oclusión balanceada bilateral). La oclusión balanceada se refiere a contactos dentales simultáneos durante los movimientos mandibulares

excéntricos; donde las fuerzas oclusales laterales generadas durante los movimientos son repartidas por todos los dientes y articulaciones temporomandibulares. Los contactos dentales se dan tanto en áreas oclusales anteriores como en las posteriores disminuyendo o limitando la rotación o inclinación de la base protésica en relación con las estructuras que la soportan. (1,28)



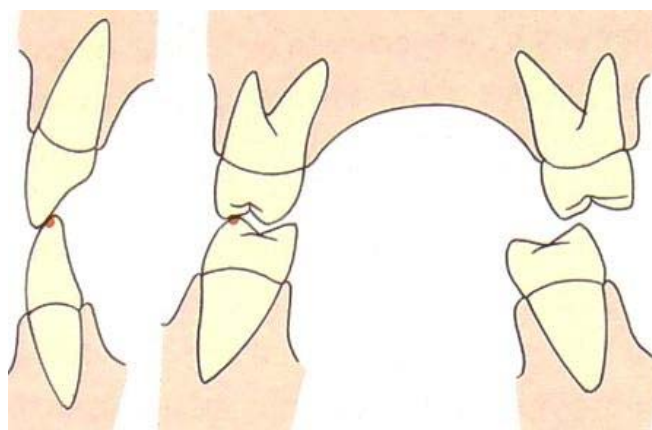
Eiji I., L. T., S.H. Osteointegración y Rehabilitación oclusal  
Dibujo esquemático de la oclusión balanceada

- b) *Oclusión Mutuamente Protegida*. Se produce donde los dientes posteriores protegen a los anteriores en una posición céntrica. Al iniciar el movimiento de excursión mandibular, toda la carga incide sobre los dientes anteriores, quedando los posteriores fuera de oclusión y con ello *protegidos* contra desgastes o fuerzas de carga nocivas. Los dientes incisivos protegen a los dientes caninos y posteriores, durante el movimiento de protrusión y los caninos protegen a los dientes incisivos y los posteriores durante los movimientos laterales, se dice que este tipo de oclusión es ideal para la dentición natural. Teniendo en cuenta que los dientes posteriores son los encargados de mantener la dimensión vertical. El primer diente que contacta y dirige la mandíbula en sus movimientos es el canino (guía canina). (1) (28)



Eiji I., L. T., S.H. Osteointegración y Rehabilitación oclusal  
Dibujo esquemático de la oclusión mutuamente protegida

- c) *Oclusión de Función de Grupo*. Schuyler introdujo los fundamentos de la oclusión de función de grupo, partiendo de la pregunta de que si el canino debería recibir todas las cargas oclusales durante los movimientos laterales. Este tipo de oclusión se produce cuando todos los rebordes bucales de los dientes del lado de trabajo contactan con sus antagonistas mientras que los dientes del lado de balance no lo hacen. Este concepto fue apoyado fuertemente por Mann, Pankey, Ramfjord, Ash, Posselt y Lauritzen entre otros. (28)



Eiji I., L. T., S.H. Osteointegración y Rehabilitación oclusal  
Dibujo esquemático de la oclusión de función de grupo

Estos conceptos oclusales (oclusión balanceada, función de grupo, y oclusión mutuamente protegida) se han adoptado con éxito con algunas modificaciones para prótesis implanto-soportadas. También Misch y Bidez han propuesto la oclusión implanto-protegida de forma estricta para prótesis sobre implantes. Este concepto se diseña para reducir la fuerza oclusal en la prótesis implantar y de esta forma proteger los implantes. Para esto, han propuesto varias modificaciones de los conceptos oclusales convencionales, que incluye cargas distribuidas, contactos oclusales equilibrados, corrección de dirección de carga, aumento de áreas de superficie del implante, y eliminación o reducción de contactos oclusales en implantes con una biomecánica desfavorable. También se ha sugerido por autores como Chapman, Hobo, Misch, entre otros, tomar en cuenta para establecer un óptimo esquema oclusal: una morfología oclusal que guíe la fuerza oclusal en dirección apical, un área oclusal reducida, inclinación reducida de las cúspides, y una longitud reducida de cantilever en mesio-distal y de la dimensión bucco-lingual. (1,29)

Los principios básicos de oclusión para implantes pueden incluir (1) la estabilidad bilateral en oclusión céntrica (habitual), (2) una distribución uniforme de contactos oclusales y de la fuerza, (3) ninguna interferencia entre la posición retruida y la posición céntrica (habitual), (4) libertad amplia en la oclusión céntrica (habitual), (5) la guía anterior siempre que sea posible, y (6) movimientos excursivos laterales sin interferencias en lado de trabajo y lado de balance. (27)

## 5.2 Diseño del esquema oclusal en implantes unitarios

La rehabilitación de un solo diente mediante un implante unitario supone un gran desafío desde el punto de vista implantológico y protésico. Jemt en 1986, introdujo por primera vez el concepto de implante unitario en la literatura, obteniendo un grado de supervivencia del implante de un 90% al emplearlo como tratamiento alternativo en un estudio realizado a 3 años con 21 implantes en 15 pacientes. Todos ellos se osteointegraron con éxito menos tres. (31,29)

A partir de aquí, muchos investigadores proponen esta técnica de rehabilitación ante la pérdida de un solo diente, las causas más frecuentes por las que un paciente puede perder un solo diente son: Agenesias (33%), traumatismos (20%), complicaciones endodónticas (15%), enfermedad periodontal (4%), caries (13%), razones ortodóncicas (2%) y dientes retenidos(2%). (31)

Aunque estas situaciones se pueden solucionar con prótesis parcial removible, o fija esto conlleva problemas de tolerancia por parte del paciente o al sacrificio de los dientes adyacentes y el peligro de poder lesionar el tejido pulpar respectivamente. La solución más aceptada hoy en día para reponer un diente corresponde a la aplicación de técnicas osteointegradas mediante la colocación del implante unitario. (31)

### 5.2.1 Implantes unitarios en la zona anterior

La rehabilitación de un solo diente en la zona anterior mediante un implante unitario, es uno de los procedimientos más desafiantes y con mayor demanda hoy en día. Esta restauración, no sólo debe ser viable



funcionalmente, también debe cumplir una serie de requisitos estéticos importantes. (31)



Fig.1: Incisivo lateral superior izquierdo antes del tratamiento.

Fig.2: Incisivo lateral superior izquierdo después del tratamiento.

Bascones A. Implantes unitarios. Una solución actual. <http://www.scielo.isscii.es/>

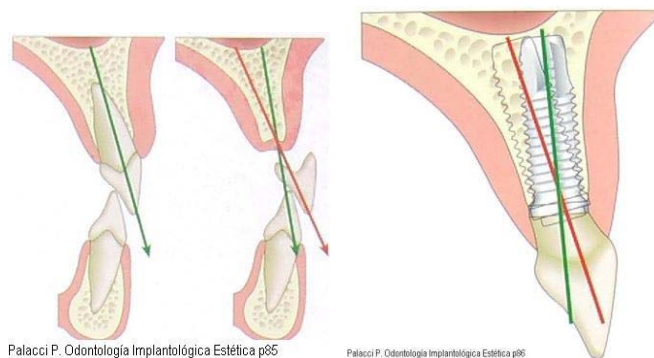
En la zona anterior es importante observar que el implante y la restauración se encuentren en armonía con el resto de los tejidos.

La percepción de la estética es diferente para cada persona, de tal manera que una rehabilitación puede ser estéticamente aceptable para un paciente e inaceptable para otro; la apariencia de los tejidos duros y blandos que rodean y soportan la restauración, es importante tanto funcional como estéticamente. El aspecto mucogingival, así como la salud del tejido periodontal y periimplantario, la presencia de una papila interdental armoniosa y la cantidad de tejido óseo para el soporte labial, son factores visuales que deben estar en armonía con los tejidos duros y blandos de los dientes adyacentes. (31)

Cuando se pierde un diente anterior, se produce una reabsorción del hueso alveolar, sobre todo en sentido sagital; la pared vestibular del alveolo es frecuentemente muy fina y se reabsorbe rápidamente, mientras la pared palatina del alveolo es más voluminosa y perdura por más tiempo. Por ello es importante que la restauración se realice antes de los 3 meses de la pérdida dentaria, de tal manera que las paredes del alveolo aún se encuentren conservadas para que la fijación funcione como la raíz del diente originalmente perdido. (31)

La cantidad de hueso de soporte, la salud y las dimensiones del tejido blando alrededor del implante, la presencia de una papila interdental armoniosa, son factores visuales importantes para lograr una estética satisfactoria en la terapia implantar. (27)

En rehabilitación de la zona anterior se debe considerar la angulación, los dientes naturales pueden soportar cargas laterales o protrusivas debido a la elasticidad del ligamento periodontal, pero en el caso de los implantes, este módulo elástico no existe, con lo cual, si la fijación está en una posición angulada, cualquier fuerza vertical produce una fuerza resultante perpendicular al área del impacto. La distancia perpendicular a esta fuerza desde la cortical alveolar, por el valor de la fuerza resultante, nos da el valor del torque, ( $T = D \times F$ ) el cual se concentra en la cresta alveolar, lo que explica la reabsorción ósea encontrada en estos implantes angulados y su consiguiente fracaso. Por ello, la situación ideal deberá ser lo menos angulada posible para permitir que las fuerzas se distribuyan a lo largo de la superficie del implante, de manera similar a un diente natural. (31)

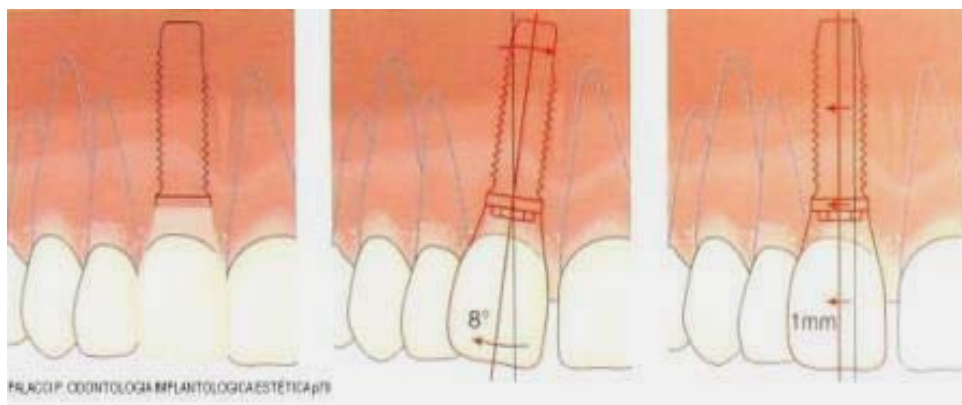


Esquema en el que se muestra la importancia de la angulación en los implantes. Cuando se tiene una angulación mayor, mayor es el brazo de palanca ejercido sobre la restauración y por ende al implante.

Para evitar estas situaciones indeseables, existen numerosas alternativas para regenerar el aspecto vestibular de la arcada. Se sabe que la

cantidad de hueso requerido para la inserción de una fijación estándar de 3.75mm de grosor, es de al menos 5.75mm en ancho y de 7mm de largo. Además se debe colocar el implante para que los orificios de acceso al tornillo estén situados linguales o palatinos desde el borde incisal de la restauración coronal. Una variación pronunciada en la angulación del implante puede poner en peligro un buen resultado estético. Por lo que es conveniente tomar en cuenta los siguientes puntos para la colocación del implante:

1. En sentido bucolingual, el hombro vestibular del implante debe quedar alineado con la superficie bucal de los dientes adyacentes.
2. En sentido vestibular, el hombro del implante debe quedar aproximadamente 3-4 mm apical a la unión amelocementaria de la superficie vestibular de los dientes adyacentes.
3. La supraestructura debe construirse de tal manera que permita un adecuado perfil de emergencia para facilitar la higiene y proveer las condiciones estéticas y funcionales óptimas. (31)



Dibujo en el que se muestra el riesgo que representa una colocación inadecuada de un implante en la región anterior, una mínima angulación puede comprometer tanto la estabilidad del implante como la estabilidad de la restauración y la estética.

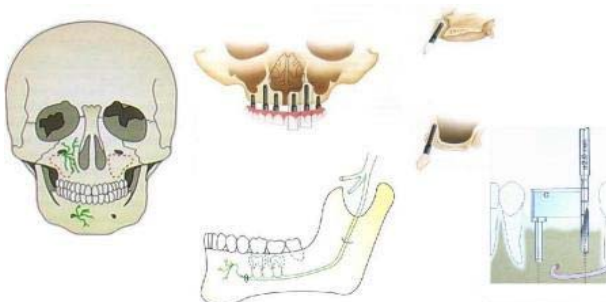
## 5.2.2 Implantes unitarios en la zona posterior

La predictibilidad de la osteointegración del implante en el sector posterior no es tan buena como en la parte anterior, debido al aumento de las fuerzas oclusales, la cantidad limitada de hueso y la mala calidad del mismo en dicha zona. Las fuerzas oclusales pueden ser de tres a cuatro veces superiores en la zona posterior en comparación con la zona anterior. (31)



Imagen. Ejemplo de Implante unitarios en zona posterior

La cantidad de hueso disponible para la colocación del implante en la zona posterior, se halla limitada por la concavidad lingual, y el nervio dentario en la parte inferior y los senos maxilares en la parte superior. Normalmente existe también una calidad de hueso inferior en la zona posterior en comparación con la región anterior de la misma área. Estas condiciones crean la necesidad de planificar el tratamiento en los reemplazos de un solo diente posterior, utilizando implantes dentales osteointegrados de un modo distinto. (31)



Peñarrocha D. Implantología Oral, Hobo Osteointegración y Rehabilitación Oclusal, Palacci P. Odontología Implantológica Estética

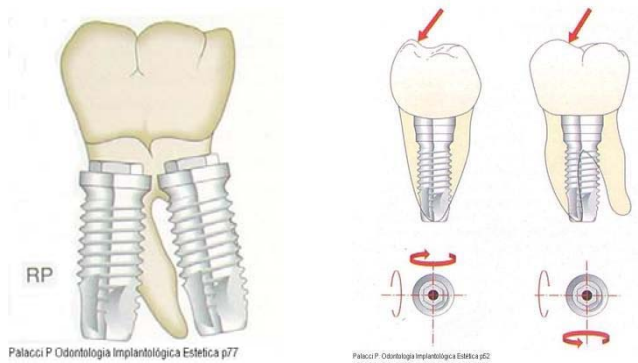
Imagen. Consideraciones anatómicas en el tratamiento implanto-protésico.

Los problemas más comunes registrados con las primeras restauraciones de implantes de un solo molar fueron el aflojamiento de los tornillos, además de la reabsorción ósea inducida por la sobrecarga y que parece preceder a la fractura del implante en un número significativo de restauraciones. Por consiguiente, el hueso ha sido un vínculo débil en estas situaciones. La reabsorción ósea marginal incrementa la carga sobre la interfase del implante al hueso restante, reduciendo el área de superficie para la osteointegración y aumentando el momento de inclinación que resulta del aumento del brazo de palanca. (31)

Al utilizar un implante comercial de titanio puro, el modo más eficaz de aumentar la fuerza del implante es aumentar su diámetro. Un implante de 4mm está recomendado para las restauraciones posteriores. Posee una resistencia a la fatiga aproximadamente 30% más elevada que los implantes de 3,75mm de diámetro y establece una relación más favorable entre la articulación del tornillo y la fuerza del implante. Si se produce sobrecarga, es evidente el aflojamiento del tornillo antes del riesgo de fractura del implante. (31)

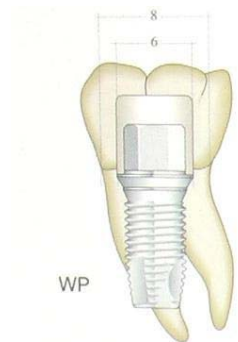
Sin embargo un solo implante para un molar no reemplaza la proporción corona-raíz que existía previamente y puede someter el implante a sobrecarga. Los implantes dentales están pensados para sustituir las raíces que faltan de los dientes. Por consiguiente, una solución lógica es el emplear dos implantes para reemplazar las raíces de un molar ausente. Es necesario un espacio interdental mínimo de 12,5 a 14mm para colocar dos fijaciones de 3,25mm para restaurar un molar perdido. Dado que un molar no es igualmente ancho que largo, es imposible proporcionar un soporte óptimo en forma de raíz con un implante cilíndrico. No obstante, dos implantes sustituyen las raíces ausentes del diente de un modo natural en relación a su posición y dirección. Esto deberá ayudar a preservar y mantener el hueso de la cresta. (29)

Balshi menciona que el empleo de dos implantes reduce el aflojamiento mediante la disminución de las fuerzas rotatorias alrededor del eje del implante logrando una tasa de éxito más alta que con un implante. Dos implantes eliminan también el cantilever mesio-distal inherente y reducen el potencial de sobrecarga. Los implantes de diámetro ancho para el reemplazo de molares, aún dejan porciones de la restauración en cantilever que constituirán problemas biomecánicos potenciales. (29)



Esquemas que ejemplifican el uso de dos implantes para contrarrestar la flexión en todas las direcciones cuando se emplea un solo implante.

No obstante cuando se tiene un espacio limitado la colocación de dos implantes es un procedimiento difícil de realizar, además de la dificultad inherente en la higiene oral, y en la fabricación protésica, puede impedir su uso; por lo que es necesario en ocasiones el uso de un implante de diámetro amplio en una posición y eje apropiado para reducir las dificultades en el procedimiento quirúrgico, y de higiene. (20)



Palacci P. Odontología Implantológica Estética p76



Palacci P. Odontología Implantológica Estética p76

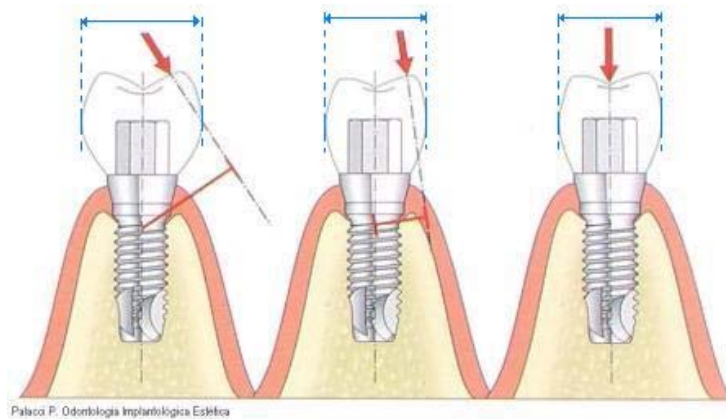
El empleo de un implante de plataforma ancha resulta indispensable cuando el espacio es insuficiente para la colocación de dos implantes, la torsión se puede contrarrestar permitiendo contactos proximales estrechos con los dientes vecinos.

Algunos implantes de diámetro ancho tienen también un área del hombro ensanchada, proporcionando más área de superficie primaria para la interfase del pilar al implante, aumentando la estabilidad de la prótesis y permitiendo un mejor perfil de emergencia. Estos pueden estar indicados en zona de molares donde el espacio es insuficiente y no permiten la colocación de dos implantes y donde no existan fuerzas oclusales excesivas. (31)

El esquema oclusal en un implante con corona unitaria no debe actuar como un elemento de disoclusión, siendo la función de grupo el diseño oclusal ideal durante los movimientos excéntricos hacia el lado de trabajo, evitando de este modo la tensión lateral sobre el implante. Tanto en la sustitución de un diente anterior como posterior se debe respetar la guía anterior y lateral que tenía el paciente originalmente. (26,29)



Wenneberg y Jemt sugieren utilizar en el esquema oclusal una inclinación reducida de las cúspides, con contactos oclusales orientados centralmente para reducir los momentos de torsión atribuibles a los problemas mecánicos y fracturas del implante. Misch indica que el aumentar los contactos proximales en la región posterior puede proporcionar estabilidad adicional en las restauraciones. (29)



Esquema en el que se ilustra una inclinación cuspídea menos pronunciada; una corona muy amplia provoca un brazo de palanca mayor, y cuanto más lateral es el contacto y mayor es la inclinación, tanto mayor el momento de flexión.

La oclusión en un implante debe diseñarse para minimizar la fuerza oclusal hacia el implante y aumentar al máximo la distribución de fuerza a los dientes naturales adyacentes. Para lograr estos objetivos, se debe obtener una guía anterior y lateral en la dentición natural. Además, deben evitarse contactos en el lado de trabajo y balance en una restauración. Se considera que los contactos ligeros en mordida profunda y ningún contacto en mordida ligera en máxima intercuspidad, es un esquema razonable para distribuir la fuerza oclusal en los dientes e implantes. (31,32,29)



### 5.3 Diseño del esquema oclusal para prótesis implanto soportada, parcial fija y de arco completo

El uso de implantes dentales ha sido un tratamiento exitoso en pacientes parcialmente edéntulos; en el tratamiento a base de prótesis implanto soportadas existen varios criterios a considerar y poder tomar una decisión en la rehabilitación del paciente. Algunos de estos criterios tienen que ver con la conexión protésica, la extensión de la prótesis, el número y posición de los implantes, si la prótesis es conectada a dientes naturales, el espacio en el área desdentada y la cantidad ósea disponible. (29)

En los casos de una prótesis de tres unidades (también en prótesis de más unidades) el diseño ideal, desde el punto de vista biomecánico, es de tres implantes colocados en una configuración ligeramente curvada, con el implante de en medio colocado en posición de offset (fuera de línea) de 2 a 3mm en dirección vestíbulo lingual. Esta configuración tripode del implante permite que la mayor parte de la carga axial contrarreste las fuerzas de flexión, minimizando el nivel de estrés. Una configuración tripodea puede reducir el estrés oclusal en un 50%, comparado con una configuración en línea recta. Cuando sólo es posible colocar dos implantes se pueden colocar en los extremos como soportes finales y eliminar las extensiones, ya que cualquier prótesis que presenta cantilever aumenta el nivel de estrés en el implante más cerca de la extensión. Es por esto que en los sectores posteriores debe predominar el criterio de un implante, un diente, y evitar en lo posible el cantilever (20,1,29)

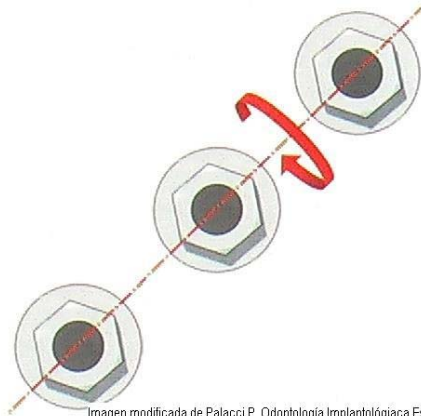
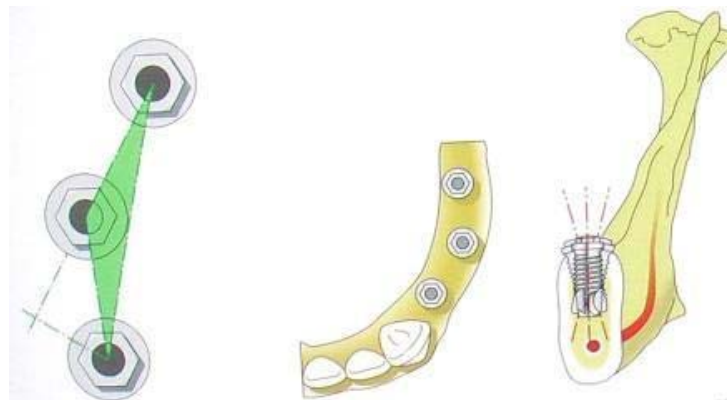


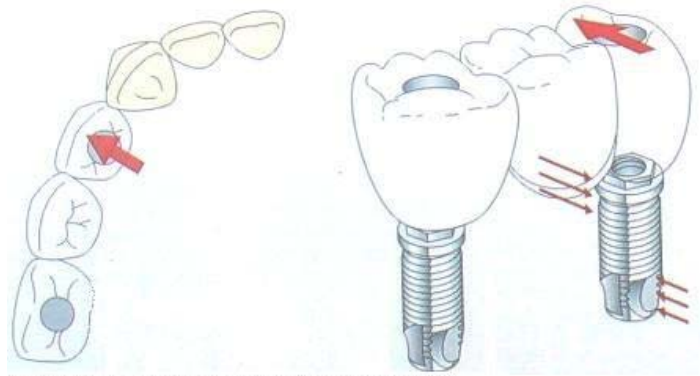
Imagen modificada de Palacci P. Odontología Implantológica Estética

Una colocación lineal en los implantes no proporciona una naturaleza compensatoria de una configuración en offset para contrarrestar las fuerzas transversales.



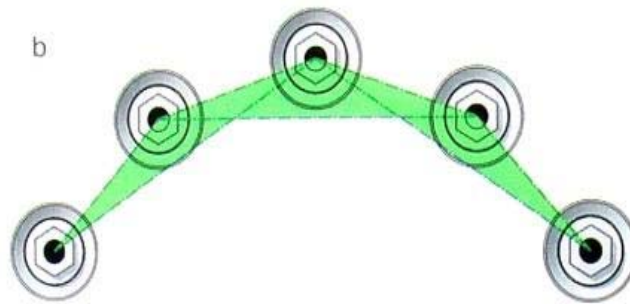
Palacci P. Odontología Implantológica Estética p63

Esquema en el que se ilustra una configuración tripodea. Permite que la respuesta de carga a las fuerzas de flexión sea predominantemente axial, minimizando el nivel de estrés.



Palacci P. Odontología Implantológica Estética p63

Cuando no es posible la colocación de tres implantes, con la colocación de los implantes en los extremos se eliminan las extensiones en cantilever



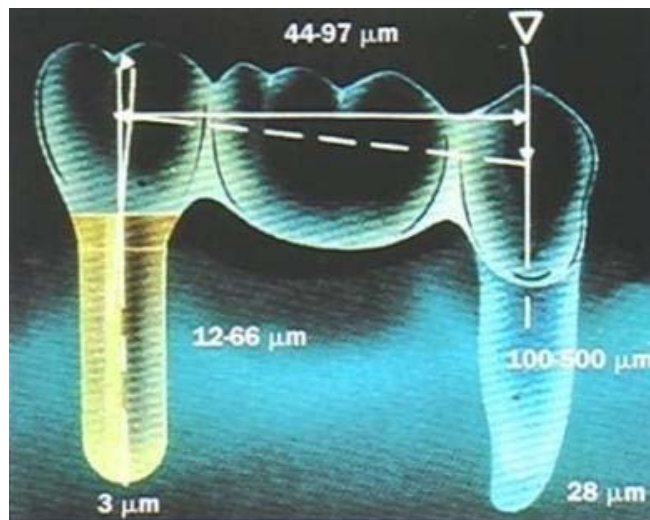
Palacci P. Odontología Implantológica Estética p 132

En el sector anterior es más fácil lograr una configuración en los implantes de tipo tripoide siempre y cuando la cantidad ósea sea suficiente.

En el caso de prótesis fija implanto-soportadas en áreas de dientes posteriores, se debe observar que se presente una guía anterior durante los movimientos excursivos, esto reducirá la fuerza potencial lateral en los implantes. Un esquema de oclusión de función de grupo sólo debe utilizarse cuando los dientes anteriores están periodontalmente comprometidos; o en el caso de pacientes desdentados clase III y IV de Kennedy. Durante las excursiones laterales, deben evitarse las interferencias de las restauraciones posteriores tanto en el lado de trabajo así como en el de balance. Además, una inclinación reducida de las cúspides, contactos centralmente orientados, un área de oclusal de contacto estrecha, y la eliminación de cantillever son factores clave para controlar la carga excesiva de la curvatura en las restauraciones posteriores. Morneburg y Pröschel en un estudio en vivo, informaron que al disminuir el ancho buco-lingual de la superficie oclusal un 30% y masticando alimentos suaves los momentos de torsión se reducen significativamente en las prótesis fijas de tres unidades en el área de dientes posteriores. El estudio también sugirió que llevar una dieta suave y una reducción buco-lingual de la superficie oclusal deben ser consideradas en condiciones de carga desfavorable, como en la carga inmediata, en la fase inicial de cicatrización, y/o en la calidad de hueso pobre. Belser describió que el posicionamiento axial y la distancia reducida entre los implantes posteriores son factores importantes para disminuir las cargas excesivas. (29,34,1)

La utilización de una oclusión en mordida cruzada con implantes maxilares posteriores puestos hacia palatino pueden reducir el cantilever bucal y pueden mejorar la carga axial. Si el número, posición, y eje de implantes son cuestionables, se puede considerar una conexión a un diente natural con una conexión rígida para proporcionar el apoyo adicional a los implantes. Pero como ya se ha descrito antes la combinación de implantes y dientes naturales para soporte de una prótesis fija es una cuestión todavía

controvertida, mientras que algunos estudios muestran que la ferulización de dientes naturales a implantes no provocan efectos adversos, otros muestran la intrusión del diente natural como fenómeno provocado por combinar éste con un implante; además las diferencias biomecánicas entre diente e implante no se pueden dejar de lado y éstas diferencias pueden ser un riesgo para la supervivencia tanto del implante como del diente. (29,1,35)



Peñarrocha D. Implantología Oral Ars Médica p214

Esquema de conexión implante-diente natural, las diferencias biomecánicas ponen en riesgo a un implante o al órgano dental con una configuración de este tipo.

En la literatura se muestra que en los casos en que se tiene una prótesis fija implanto-soportada de arco completo, y el contacto antagonista son dientes naturales, los esquemas oclusales que se pueden utilizar son tanto la función de grupo, como la oclusión mutuamente protegida. También se puede utilizar esta misma configuración (oclusión mutuamente protegida) con pacientes edéntulos que presentan rehabilitación total con prótesis fijas implantosoportadas. (29,1)

Para una distribución uniforme de la fuerza oclusal se deben obtener contactos simultáneos bilaterales y antero-posteriores en relación céntrica y

en máxima intercuspidad. Además no deben presentarse contactos oclusales prematuros durante los movimientos laterales excursivos en los lados de trabajo y los de balance. Cuando se utiliza una prótesis implanto soportada de arco completo con cantilever, se sugiere la infraoclusion (100µm) para reducir la fatiga y el fracaso técnico de la prótesis. En cuanto al tamaño del cantilever en las prótesis fija implanto soportadas se ha encontrado que, prótesis con menos de 15mm de cantilever en la mandíbula muestra una tasa de supervivencia significativamente buena que aquéllos con un cantilever más largo que 15mm. Por otro lado, es recomendable un cantilever en maxilar menor de 10–12mm debido a la desfavorable calidad del hueso y de la dirección de la fuerza, comparadas con la mandíbula. También Wie encontró que la guía canina aumenta potencialmente el riesgo de fracaso del tornillo de unión en el sitio del canino debido a la concentración de tensión en el área. (29,35,1)

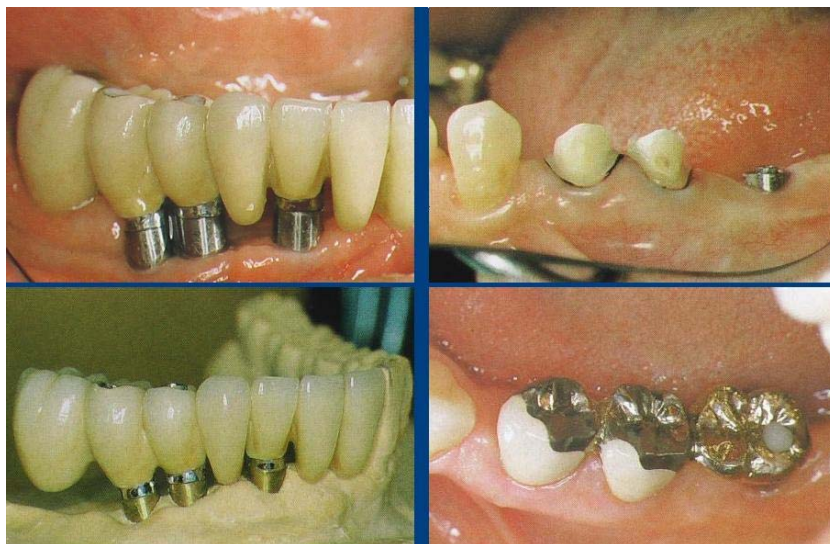
Para prótesis fija implanto-soportada de arco completo, se ha utilizado con éxito el esquema de oclusión balanceada cuando el antagonista es una dentadura postiza completa (prótesis mucosoportada); este esquema ayuda a brindar estabilidad y equilibrio en los movimientos laterales. Este mismo esquema se puede utilizar en pacientes con maxilar superior clase I o II de Kennedy. (35,1)

#### 5.4 Esquema oclusal para sobre dentaduras

Para el esquema oclusal en sobredentaduras, se ha sugerido usar una oclusión balanceada con la oclusión lingualizada en un reborde normal. Por otro lado, es recomendado el uso de una oclusión con dientes monoplanos cuando existe una reabsorción severa del reborde. Aunque ha habido un acuerdo general de que un esquema oclusal balanceado puede proporcionar

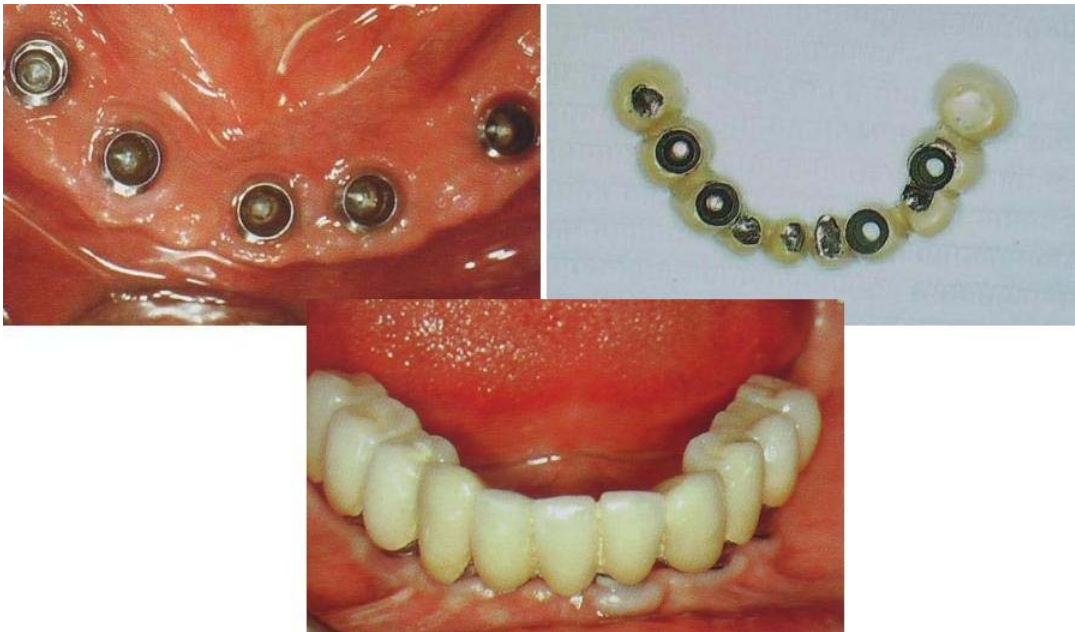
buena estabilidad a las sobredentaduras, no hay estudios clínicos que demuestren las ventajas de una oclusión balanceada en comparación con otros esquemas oclusales. (29)

Las complicaciones clínicas relacionadas a la sobre carga del implante como el aflojamiento o fractura del tornillo, las fracturas de los materiales restauradores, fractura protésica, la pérdida continua del hueso marginal a lo largo del implante, la fractura del implante, y la pérdida del implante; pueden prevenirse por la aplicación de los principios biomecánicos como es: el ajuste pasivo de la prótesis, reducir la longitud del cantilever, reducir la dimensión bucco-lingual /mesio-distal de las prótesis, reducir la inclinación de la cúspide, eliminando lo contactos excursivos, y centrando los contactos oclusales. Además, es indispensable la configuración de un correcto esquema oclusal para mantener un adecuado equilibrio de las fuerzas y asegurar así la longevidad de los implantes y de la prótesis. (29,1)



Hobo. Osteointegración y rehabilitación oclusal. Peñarrocha D. Implantología oral

Las siguientes imágenes muestran ejemplos de configuraciones protésicas consideradas riesgosas: Imágenes (izquierda) prótesis implantosoportada en cantilever, imágenes (derecha) prótesis implanto soportada con conexión a dientes naturales.



Peñarrocha D. Implantología Oral  
Imagen de prótesis fija mandibular



## CONCLUSIONES

El tratamiento de pacientes por medio de implantes de titanio y prótesis fija implanto-soportada, han resultado ser una alternativa cada vez más aceptada entre pacientes parcial ó totalmente edéntulos; los beneficios en este tipo de tratamientos son claros; en pacientes parcialmente edéntulos o con la falta de un solo órgano dental, se elimina la necesidad de tomar órganos dentales sanos como pósticos, en las prótesis fijas convencionales; o la incomodidad descrita por los pacientes por el uso de una prótesis removible; en pacientes totalmente edéntulos se ha descrito una mayor satisfacción en el tratamiento al brindar una mayor comodidad, estabilidad y una estética mejorada de la prótesis.

Aunque los tratamientos por medio de implantes han sido un parte aguas en la odontología restauradora, y las investigaciones que se han realizado alrededor de la rehabilitación implantar es amplia, parece ser que todavía no hay un común acuerdo acerca de, que esquema oclusal resulta adecuado para el paciente con prótesis fija implanto soportada, mientras que algunos autores apoyan emplear un esquema en función de grupo otros apoyan la oclusión mutuamente protegida como el esquema idóneo para el paciente, por lo tanto continúa siendo evidente la necesidad de más investigaciones para mejorar el diseño de los esquemas oclusales, y asegurar la permanencia de los implantes y las restauraciones implanto soportadas través del tiempo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Guarinos C, Peñarrocha D, Sanchís B. Implantología oral. 1ª .ed. Barcelona España: Editorial Ars Medica 2001 Pp. 3-14,205-218
2. Rivas G, Salas L. La odontología del pueblo Maya. Revista ADM May 2001; 58: 105-107
3. García R, Pérez O, Méndez M. Breve historia de la cirugía bucal y maxilofacial. Rev. Hum. Méd. 2002 Vol 2 No 4 Enero-Abril <http://www.revistahm.sid.cu/numeros/2002/n4/art/art03.htm/>
4. García L, Hobo S, Ichda E. Osteointegración y Rehabilitación oclusal. 1ª. ed. Madrid España: Editorial MARBAN S.L., 1997 Pp. 3-6,34-47,257,261,315-325
5. Branemark PI, Breine U, Johanson B, Roylance PJ, Rockert H, Yoffey JM. Regeneration of bone marrow / Acta Anat 1964; 59: 1-46
6. Burgos R, Gutiérrez R, Gutiérrez R, Diseño de nuevos sistemas de implantes dentales funcionales. Santander España: XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica Santander, INEGRAF junio de 2002 5-7
7. Cranin N, Klein M, Simons A. Atlas de Implantología. 1ª. ed. Madrid España: Editorial Medica Panamericana, 1995 Pp. 3-7
8. Bilt A, Bosman F, Cune M, Kampen F. The effect of maximum bite force on marginal bone loss in mandibular overdenture treatment: an in vivo study. Clinical Oral Impl. Res. 16, 2005; 587-593
9. Bakke M, Holm B, Gotfredsen K. Masticatory function and patient satisfaction with implant-supported mandibular overdentures: a prospective 5-year study. Int. Jour. of Prosth. 2003; 15: 575-581
10. Borjesson G, Carlsson G, Ekfeldt A. Clinical evaluation of single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: a retrospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 1994; 9:179-183.

11. Dandie G, Frisken K, Lugowski S. A study of titanium release into body organs following the insertion of single threaded screw implants into the mandibles of sheep. 2002; Aust Dent J 47:214
12. Young C, Lee J, Le H, Smith R. Surrogate markers of health after titanium dental implant placement. J Oral Maxillofac Surg 2004 62:1413-1417
13. Catalan E, Soliva J, Estrada D. Prótesis unitaria implanto soportada Barcelona Esp. 2004 [cited 29/10/2006] <http://www.gacetadental.com/articulos.asp?aseccion=ciencia&aid=5&avol=200411>
14. Esposito M, Hirsch JM, Leckholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. Etiopathogenesis II. Eur J Oral Sci (1998) 10: 06;721-764
15. Astrand P, Almfeldt I, Brunell G, Hamp S, Kerlsson U. Non-submerged implants in the treatment of the edentulous jaw – a 2 year longitudinal study Clin Oral Implants Res 1996 7; 337-344
16. Berlungh T, Linder E. long-term evaluation of non.submerged iti implants. Part 1:8-year life table analysis of prospective multi-center study with 2359 implants / Clin Oral Implants Res 8 (1997) 161-172
17. Shalabi M, Wolke J, Jansen J. the effects of implant surface roughness and surgical technique on implant fixation in an in vitro model. Clin Oral Impl Res 17 (2006) 172-178
18. Fawcett W. Tratado de Histología. 8ª. ed. G.B. Editorial Emalsa Interamericana. 1994. pag 182-204
19. Bianchi A, Sanfilippo F, Zaffe D. Protesis implanto soportada bases biologicas-biomecanicas-aplicaciones clinicas. 1ª. ed. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica C.A. 2001, 102-118,123-128,134-136, 186-188
20. Palacci P. Odontologia implantologica estetica. Manipulacion del tejido blando y duro. 1ª. ed. Barcelona España: Editorial Quintessence, S.L, 2001. Pp. 16-43, 49-62, 84-85

21. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. Clin Oral Impl Res 1991; 2: 81-90
22. Moya M. J. Tesis: "Aplicación de un termómetro auditivo infrarrojo en la evaluación de la salud periimplantaria". Universidad de Murcia Departamento de Dermatología, Estomatología, Radiología y Medicina Física. 2004 Pp. 3-18
23. Moon I, Berglundh T, Abrahamsson I, Linder E, Lindhe J. The barrier between the keratinized mucosa and the dental implant. An experimental study in the dog. J Clin Periodontol 1999; 26: 658-663
24. Cardaropoli G, Lekholm U, W. JL. Tissue alterations at implant- supported single-tooth replacements: a 1-year prospective clinical study. Clin Oral Impl. Res. 17, 2006; 165-171
25. Cabezas T. J, Gallego R. D, García C. M, Torres L. D. Diagnóstico y tratamiento de las periimplantitis. Actualización en el diagnóstico clínico y en el tratamiento de las periimplantitis. Per Impl 2004; 16, 1: 9-18. Consultado 10/02/07: <http://www.scielo.isciii.es/>
26. Jahangiri L, Hessamfar R, Ricci JL. Partial generation of periodontal ligament on endosseous dental implants in dogs. Clin Oral Impl Res 2005;16: 396-401
27. Holmén A. Carga inmediata y carga temprana –el futuro esta en la historia –combinando los nuevos conocimientos científicos con un buen juicio clínico. ASTRA TECH INSIGHT EUA. Volumen 7. No 1. 2005
28. Pacheco G. N., y Cols. Libro electrónico de oclusión. UNAM 2004
29. Kim Y, Oh T-J, Misch CE, Wang H-L. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. Clin Oral Impl. Res. 2005; 16: 26-35
30. Misch C. / Implant Treatment / 1ª .ed. EUA. Mosby 1997. Pp. 706- 710

31. Bascones M. A., Frias L. M<sup>a</sup>C. Implantes unitarios una solución actual. Avances en periodoncia e implantología oral. V.15 n. 1 Madrid 2003 <http://www.scielo.isciii.es>
32. Balshi TJ, Hernández RE, Prysłak M.C. y Rangert B / A comparative study of one implant vs two replacing a single molar. Int. J of Oral and Max. Implants 1996 II:372-378.
33. Jemt T., Wenneberg A. Complications in partially edentulous implant patients: a 5- year retrospective follow-up study of 133 patients supplied with unilateral maxillary prostheses. Clin. Imp. Dent Rel Res 1999 1:49-56
34. Misch C.E. Endosteal implants for posterior single tooth replacement: alternatives, indications, contraindications, and limitations J of Oral Imp 1999 25:80-94
35. Akça K., Uysal S., Çehreli M. Implant-tooth- supported fixed partial prostheses: correlations between in vivo occlusal bite forces and marginal bone reaction. Clin. Oral Impl. Res. 17 (2006); 331-336