

# Relación: Hospedador-implante

Codirectores

John A. Hobkirk

George A. Zarb

*Titanio: ¿La solución final o un paso evolutivo?*

*Yasumasa Akawaga*, Profesor y Jefe del Departamento de Prótesis Dental Avanzada, Escuela de Grado de Ciencias Biomédicas, Universidad de Hiroshima, Japón

*Yasuhiko Abe*, Profesor Ayudante, Departamento de Prótesis Dental Avanzada, Escuela de Grado de Ciencias Biomédicas, Universidad de Hiroshima, Japón

*Biología de la relación entre hospedador e implante*

*Tomas Albrektsson*, Profesor y Jefe del Departamento de Biomateriales/Investigación en Discapacidad, Universidad de Góteborg, Suecia

*Aspectos biomecánicos de los implantes orales y maxilofaciales*

*John B. Brunski*, Profesor, Departamento de Ingeniería Biomédica, Instituto Politécnico Rensselaer, Troy, Nueva York, EE.UU.

*¿Es la relación de tejido integrado un análogo del periodonto: Mito o metáfora?* Lyndon F.

*Cooper*, Director, Laboratorio de Biología Ósea y Terapia Implantológica, Programa de Grado de Prótesis Dental, Escuela de Odontología, Universidad de Carolina del Norte, Chapel Hill, Carolina del Norte, EE.UU.

*Aspectos dependientes del paciente: ¿Hay algún límite en la prescripción de la terapia implantológica?*

*Pierre de Grandmont*, Profesor Asociado, Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Montreal, Canadá

*Louis de Koninck*, Profesor Ayudante, Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Montreal, Canadá

*Beneficios clínicos del tratamiento con implantes dentales*

*Emad S. Elsubeihi*, Profesor Ayudante, Departamento de Ciencias Clínicas, Disciplina de Prótesis Dental, Facultad de Odontología, Universidad de Toronto, Canadá

*Nikolai J. Attard*, Becario de Investigación, Departamento de Ciencias Clínicas, Disciplina de Prótesis Dental, Facultad de Odontología, Universidad de Toronto, Canadá

*Aspectos dependientes del paciente*

*Regina Mericske-Stern*, Profesor y Jefe del Departamento de Prótesis Dental, Universidad de Berna, Suiza

*Aspectos dependientes del dentista*

*Ignace Naert*, Profesor y Jefe del Departamento de Odontología Protésica, Facultad de Medicina, Universidad Católica de Leuven, Bélgica

*Cantidad y calidad ósea: ¿Son predictores relevantes de los resultados de los implantes?*

*Clark M. Stanford*, Profesor del Fondo Centenario, Instituto Dows de Investigación Dentak, Universidad de Iowa, Ciudad de Iowa, EE.UU.

*Diseño del implante y factores*

*superficiales Ann Wennerberg*, Profesor, Departamento de Biomateriales/Investigación en Discapacidad, y Departamento de Odontología Protésica/Ciencia de los Materiales Dentales, Universidad de Góteborg, Suecia

*Informe y discusión del grupo de estudio*

*John A. Hobkirk*, Profesor y Jefe de la División de Ciencias de la Odontología Restauradora, Instituto Dental Eastman de Ciencias de los Cuidados de Salud Oral, Universidad de Londres, Reino Unido *George A. Zarb*, Profesor y Jefe de la Disciplina de Prótesis Dental, Facultad de Odontología, Universidad de Toronto, Canadá

# Titanio: ¿La solución final o un paso evolutivo?

Yasumasa Akagawa, DOS, PhD

Yasuhiko Abe, DOS, PhD

## ¿Qué sabemos?

Los requisitos principales de los biomateriales son la resistencia a la corrosión, biocompatibilidad, bioadhesión (crecimiento interno del hueso), biofuncionalidad (propiedades mecánicas), posibilidad de procesado, y disponibilidad. Los biomateriales pueden clasificarse según su respuesta biológica como biotolerantes, bioinertes y bioactivos (tabla 1). Se ha dado un gran énfasis a los materiales bioinertes y bioactivos. Se ha hallado que los materiales bioinertes permiten la osteogénesis por contacto, pero no forman una unión. Los materiales bioactivos se emplean para la osteogénesis con unión química<sup>2-10</sup>.

El titanio comercialmente puro (Ti cp) y la aleación Ti-6Al-4V son los metales de elección para los implantes dentales, porque el Ti tiene una resistencia a la corrosión excepcional en un entorno fisiológico, y confiere una biocompatibilidad excelente (tabla 2).<sup>1,4,7,11-5</sup> La biocompatibilidad del Ti es atribuible a su capa pasiva y estable de óxido.

El potencial de superficie puede jugar un papel importante para facilitar la osteointegración. Las diferentes etapas de las interacciones químicas y bioquímicas se producen en la primera fase de exposición de la capa de óxido de Ti al medio ambiente biológico:

- Etapa 1: hidroxilación e hidratación de la capa de óxido de Ti en contacto con el fluido acuoso.
- Etapa 2: adsorción de cationes y aniones de los electrolitos presentes en el fluido corporal, en particular de calcio y fosfato.
- Etapa 3: adsorción de biomoléculas, adhesión de plaquetas, formación de una red de fibrina en contacto con la sangre.
- Etapa 4: modificaciones adicionales de la relación (crecimiento de la capa de óxido/hidróxido y precipitación de los fosfatos de calcio que contienen otras especies presentes en el fluido); reacciones de intercambio y reorganización dentro de la película proteica (biofilm).

**Tabla 1** Clasificación de los materiales para implantes

Clasificación	Material
<b>Biotolerantes</b>	
Metales-	Aleaciones cobalto-cromo= Acero inoxidable"
Pómeros-	Oro, zirconio, niobio, tanta <sup>10</sup> , <sup>23</sup> , <sup>24</sup> Polietileno, politetrafluoroetileno, poliamida, polimetilmetacrilato, poliuretano
<b>Bioinertes</b>	
Metales <sup>1</sup> , <sup>10</sup> , <sup>16</sup> , <sup>17</sup> , <sup>19</sup>	Titanio comercialmente puro/aleaciones de titanio <sup>11-15</sup> , <sup>18</sup> , <sup>20</sup> , <sup>25-32</sup>
Cerámica--"	Óxido de aluminio <sup>33</sup> Óxido de zirconio <sup>34-36</sup>
<b>Bioactivos</b>	
Cerámica"	Hidroxiapatita <sup>37-39</sup> Fosfato tricálcico-? Fosfato tetracálcico, pirofosfato de calcio" Fluorapatita, bruxita, carbono (vítreo, pirrolítico), carburo de silicón, bioglass <sup>40</sup> , <sup>42</sup>

- Etapa 5: formación de una arquitectura de la relación en el curso de la actividad celular (depósito de matriz, formación de red de colágeno, mineralización)

La capa de óxido de Ti hace que la biocompatibilidad de la superficie de Ti sea más bioactiva que bioinerte o biopasiva. La capa de óxido de Ti cp esterilizado antes de la implantación es de 2 a 6 nm de grosor, y se vuelve de 2 a 3 veces más gruesa in vivo. Con frecuencia, las superficies de los implantes comerciales de Ti son más complejas en el sentido de que pueden estar presentes elementos químicos específicos además de la capa nativa de óxido. La liberación de ion Ti se produce por la disolución química del óxido de Ti, puesto que el Ti no es inerte, incluso en su estado pasivo.

No hay evidencia como tal que sugiera que los fracasos de los implantes de Ti se hayan producido por razones inmunológicas. Aunque se ha descrito que los elementos solubles con aleación de V tienen efectos tóxicos, aún no se ha descrito ninguna reacción tóxica debido al uso de la aleación Ti-6Al-4V en la práctica clínica. El V se ha reemplazado con niobio (Nb), y se ha utilizado la aleación Ti-6Al-7Nb en implantes ortopédicos, aunque no se ha descrito en implantes dentales. Los módulos elásticos de los metales (Ti cp y Ti-6Al-4V) son cerca de seis veces mayores que los del hueso, lo que podría inducir una reabsorción ósea mediada por hueso.

En la integración de tejidos blandos, el epitelio de unión no se queratiniza, y se caracteriza por la presencia de una lámina basal y de hemidesmosomas en contacto directo con el Ti. Una zona larga de tejido conjuntivo (1 a 2 mm) se interpone entre el epitelio de unión y la cresta ósea.

Las cerámicas bioactivas se emplean principalmente como recubrimientos sobre los sustratos metálicos, y entre sus problemas se incluyen la adhesión microbiana, destrucción ósea, y fracaso en el recubrimiento. En concreto, la degradación del recubrimiento ha sido un punto de controversia en lo referente al éxito clínico a largo plazo. La investigación reciente se ha centrado principalmente en modificar las superficies de Ti mediante métodos fisicoquímicos, morfológicos o bioquímicos, que estimulan o potencian la formación de nuevo hueso. El éxito del implante se asocia con una respuesta celular y tisular frente a la composición del grueso de un material y a la química de su superficie.

## ¿Qué no sabemos, y qué estrategias de investigación son necesarias?

- Aunque es poco adecuado el conocimiento detallado para obtener una conclusión acerca de si variaciones de las superficies implantarias de Ti comercial respecto a la composición química y microestructura del óxido de Ti ideal son relevantes para un buen rendimiento clínico. *Estrategia 1*: analizar las superficies de óxido a nivel atómico o molecular mediante técnicas modernas de caracterización de superficies,
- No está claro si las reacciones tóxicas de los iones metálicos se asocian con implantes dentales, que en general tienen una superficie mucho menor en contacto con los tejidos que los implantes ortopédicos. *Estrategia 2*: evaluar las reacciones tóxicas asociadas con los niveles de metales in vivo,

**Tabla 2** Materiales de referencia de titanio comercialmente puro (Ti cp) y sus aleaciones

Autores	Año	Categoría	Detalles
Albrektsson y COLS."	1981	Modelo clínico	Para la osteointegración, se recomienda <i>evitar</i> la carga durante (3-4 meses
Parr y cols.v	1985	Electroquímica	La capa de óxido de la superficie de Ti confiere resistencia a la corrosión
Johansson y COLS."	1989	Modelo animal	Relación implante-hueso; respuesta tisular: Ti cp > aleación de Ti
Donley y Gillette"	1991	Revisión	Implante/ tejido blando; biocompatibilidad
Schliephake y cols.l"	1993	Modelo animal	Liberación de metal; se detectó contaminación con Ti de la superficie ósea; contenido mucho menor de Ti en los órganos internos
Ameen y cols. <sup>20</sup>	1993	Electroquímica	Se detectó una contaminación superficial considerable; se requieren protocolos rigurosos en la manipulación de los implantes de Ti
O'Brien <sup>10</sup>	1997	Libro de texto	Materiales para implantes dentales
Koka"	1998	Revisión	Implante/tejido blando; biocompatibilidad
Johansson y cols. <sup>4</sup>	1998	Modelo animal	Giro para retirada: Ti cp > aleación de Ti
Han y cols. <sup>15</sup>	1998	Modelo animal	Sin diferencia en la osteointegración entre Ti cp y la aleación de Ti desde un punto de vista histomorfométrico
Sykaras y cols.s	2000	Revisión	Clasificación de los materiales de base
Brunski y cols."	2000	Revisión	Clasificación de las modificaciones de superficie
Freese y cols. <sup>1</sup>	2001	Libro de texto	Requisitos principales para todos los biomateriales
Buser <sup>6</sup>	2001	Libro de texto	Configuraciones de superficie conocidas comúnmente
Williams <sup>7</sup>	2001	Libro de texto	Papel del Ti en los dispositivos médicos actuales
Wandler y Klabunde"	2001	Libro de texto	Propiedades mecánicas
Holgers y cols. <sup>?</sup>	2001	Libro de texto	Nuevas aplicaciones de los tejidos blandos
Vbrbs y COLS."	2001	Libro de texto	Caracterización de las superficies de Ti
Textor y COLS."	2001	Libro de texto	Capas naturales de óxido sobre el Ti y sus aleaciones Ti para uso dental
Esposito"	2001	Libro de texto	

- El efecto de la textura superficial de Ti sobre la adherencia y el crecimiento de los queratinocitos gingivales no se ha determinado en su totalidad. *Estrategia 3*: determinar la adherencia y el crecimiento de los queratinocitos gingivales asociados con la textura superficial de Ti.
- Puesto que el Ti cp y las aleaciones con Ti se reconocen como materiales basados en la evidencia actual, el siguiente paso en la evolución de los implantes de Ti llegará a través de una modificación superficial específica desde un punto de vista biológico". *Estrategia 4*: mejorar la modificación de la superficie y la resistencia adhesiva entre el recubrimiento y el sustrato metálico; reducir el grosor del recubrimiento mediante nanotecnología actualizada.
- No está claro si las modificaciones de superficie mejoran las tasas de éxito. *Estrategia 5*: utilizar implantes con superficies modificadas en la práctica clínica y evaluar las tasas de éxito de implantes acortados en zonas de escasa calidad ósea, así como en implantes con carga inmediata.
- El mayor coste de las superficies modificadas no se ha justificado en cuanto a sus ventajas clínicas frente a los costes, que pueden ser sustanciales. *Estrategia 6*: justificar los

importantes beneficios clínicos comparando el coste de la modificación de la superficie y sus ventajas potenciales.

### ¿Qué es necesario destacar en los programas formativos?

Es necesario que los programas formativos destaquen los conocimientos actuales de la biocompatibilidad de los biomateriales, con el fin de obtener una osteointegración óptima. Para conseguir un rendimiento óseo óptimo, debe resaltarse el manejo cuidadoso de la superficie de los materiales. Puede asumirse la relevancia biológica de los contaminantes superficiales para la osteointegración, aunque no se requieren de forma universal protocolos rigurosos para el manejo de implantes de Ti<sup>20</sup> Es de gran importancia para la práctica clínica una mejor comprensión de la respuesta biológica a los biomateriales y de los efectos de la mala manipulación de los implantes sobre la osteointegración. Los clínicos deben poseer un conocimiento actualizado del Ti cp y de las aleaciones de Ti, así como, concretamente, de las respuestas biológicas asociadas con la manipulación de la superficie.

## Biología de la relación entre hospedador e implante

Tomas Albrektsson, MO, PhD

### Introducción

En el pasado se consideraba que el contacto directo entre hueso e implante metálico era imposible'. Se pensaba que un implante metálico era más estable inmediatamente después de su colocación. A partir de ahí, el implante perdía gradualmente su estabilidad. De hecho, éste era el escenario para casi todos los implantes clínicos utilizados en aquel tiempo.

Los trabajos experimentales<sup>1</sup> han demostrado la posibilidad del anclaje directo al hueso. El primer artículo clínico con implantes anclados directamente al hueso acuñaron el término «osteointegración» para separar la fijación estable y los buenos resultados a largo plazo de aquellos dispositivos rodeados de tejido blando que llevaban generalmente a un desastre clínico con el tiempo'. La osteointegración hizo su irrupción internacional en el ámbito clínico en 1982<sup>5</sup>.

Se han llevado a cabo numerosos estudios experimentales con el fin de describir la relación de osteointegración mediante el microscopio óptico, así como a nivel ultraestructural<sup>16</sup>. Rápidamente se hizo evidente que la osteointegración no es una reacción tisular única a un metal específico, como por ejemplo el titanio comercialmente puro (Ti cp), sino también se produce con otros metales diversos así como con biomateriales cerámicos<sup>16</sup>. Sin embargo, hasta la fecha la documentación clínica sobre los implantes orales osteointegrados de Ti cp es mucho más convincente que la de otros metales o de la cerámica<sup>17</sup>.

La osteointegración no depende sólo del biomaterial utilizado, sino también de una serie de factores diversos, como el diseño del implante y el estado de la superficie, estado del lecho receptor, así como de las técnicas quirúrgicas y protésicas empleadas<sup>18</sup>. La carga directa de un implante ya no se considera incompatible con la posterior osteointegración, siempre que los movimientos en la relación sean de magnitud inferior a 150  $\mu$ m<sup>19</sup>.

Las dificultades con una definición apropiada de la osteointegración basada en conceptos histológicos ha llevado a una definición clínica más aplicable: "Proceso por el que se consigue y mantiene una fijación rígida clínicamente asintomática de materiales aloplásticos, con carga funcional)<sup>20</sup>, con una estabilidad verificada de la mejor forma mediante análisis de resonancia de frecuencia". Aunque en un principio se consideraba como un fenómeno de biocontacto, la osteointegración puede reforzarse mediante mecanismos bioactivos, al menos con ciertos implantes con superficie modificada<sup>21</sup>.

### ¿Qué sabemos?

Se ha demostrado imposible restablecer un ligamento periodontal y mantenerlo alrededor de un material extraño. Una relación de tejido blando alrededor de un implante es similar al tejido cicatricial escasamente diferenciado que indica un fracaso inminente.

En la actualidad, el anclaje del implante al tejido óseo, como puede ser la osteointegración, se considera la única forma de emplear con fiabilidad un material extraño con el fin de sostener prótesis parciales o coronas unitarias. La osteointegración se define como el anclaje estable de un implante. La estabilidad se mide de forma fiable mediante el uso del análisis de resonancia de frecuencia. La osteointegración no implica un 100% de contacto óseo, sino de entre un 60 y un 90% de hueso mezclado con tejido blando bajo la resolución del microscopio óptico.

Se ha puesto de manifiesto la osteointegración con diversos biomateriales metálicos, aunque las reacciones óseas más fuertes se han demostrado con el Ti cp. La osteointegración es posible también con diversos biomateriales cerámicos. La creación de la

relación de osteointegración depende

de la biocompatibilidad, el diseño y el estado de la superficie del biomaterial, estado del hueso receptor, así como de las técnicas quirúrgicas y protésicas empleadas para la colocación del implante.

El movimiento máximo permisible en el tejido de la relación de osteointegración es <150  $\mu$ m. De este modo, si el conjunto entre lecho óseo e implante es tal que no aparecen movimientos >150  $\mu$ m, puede establecerse la osteointegración en un procedimiento de una sola etapa. Una vez establecida, la relación de osteointegración puede tolerar un trauma e influencia externa mayor que durante su formación. Bajo la resolución del microscopio electrónico, dicha relación consta de una capa de proteoglicano calcificada de forma parcial o total.

Se considera que la osteointegración es un fenómeno de biocontacto, es decir, que el hueso y otros tejidos crecerán en las pequeñas irregularidades (de tamaño de nueras) de la superficie del implante. Con ciertas biocerámicas y Ti tratado térmicamente con NaOH, así como con ciertos tipos anodizados de Ti, se ha determinado una reacción bioactiva, es decir, se forma un enlace iónico químico sobre la relación, junto con el crecimiento óseo penetrante. La relación de osteointegración se desarrolla de forma gradual, con una resistencia completa de la relación que se presenta por primera vez algunos años después de la implantación.

### ¿Qué no sabemos?

- Las reacciones moleculares concretas que dan resultado a la osteointegración.
- Los mecanismos básicos de osteointegración.
- La ultra estructura precisa de los implantes osteointegrados.
- Nuestro conocimiento actual de la osteointegración pertenece más a la categoría empírica: «Si empleamos un determinado implante junto con una técnica concreta en ciertos lechos óseos», podemos conseguir una osteointegración fiable.
- Cómo restablecer y mantener el ligamento periodontal alrededor de un material extraño.
- Los límites precisos de tolerancia para conseguir la osteointegración con respecto a factores tales como la biocompatibilidad, el diseño, superficie y estado del lecho receptor, la técnica quirúrgica y las condiciones de carga.
- Los beneficios potenciales de los enlaces bioactivos que actúan sobre la relación,
- Los niveles concretos de riesgo de los factores amenazantes secundarios de tipo clínico frente a la osteointegración, como la sobrecarga y la periimplantitis, y cómo evitarlos de forma fiable,
- Cómo controlar los movimientos de la relación por debajo de las 150  $\mu$ m, de forma distinta a la meramente empírica.

## Aspectos biomecánicos de los implantes orales y maxilofaciales *John B.*

*Brunski, PhD*

### Fuerzas de mordida y carga in vivo de los implantes<sup>1</sup>:

#### ¿Qué sabemos?

Las fuerzas axiales medias de mordida en humanos normales sin implantes pueden alcanzar aproximadamente los 500 N en la región canina, 600 N en la región premolar y 800 N en la re-

gión molar. Las fuerzas de mordida producen tanto fuerzas (axiales y laterales) como momentos (de inclinación y de torsión) sobre los implantes. Los detalles sobre la carga del implante dependen en gran medida de los detalles de la situación protésica. Los componentes laterales de las fuerzas de mordida son, de forma típica, cerca de un tercio inferiores a los componentes axiales señalados anteriormente. Después de tratamientos implantológicos de varios tipos, las fuerzas axiales de

mordida son aproximadamente iguales que los valores característicos de la dentición normal. Los modelos teóricos existen para realizar una estimación de las fuerzas y los momentos sobre los implantes. La teoría y los datos demuestran que las fuerzas axiales sobre los implantes pueden ser de tracción o compresión, con magnitudes que a veces sobrepasan la fuerza de mordida aplicada sobre la prótesis. Las magnitudes típicas de los momentos de inclinación sobre los implantes pueden estar en el rango de 0 a 60 Ncm. Los valores de los momentos en el límite superior de este rango son lo bastante grandes para dañar la estructura del pilar de algunos sistemas implantarios. Se puede producir la carga del implante debido a un mal ajuste de las prótesis, y la magnitud de dichas cargas puede compararse de forma grosera con las que se producen durante las actividades normales de mordida. Se han desarrollado modelos teóricos de carga de implantes en situaciones ortodóncicas y craneofaciales según las mismas líneas que los modelos desarrollados para los implantes intraorales típicos.

### ¿Qué no sabemos?

Para la gran variedad de situaciones clínicas, se carece de valores exactos de las fuerzas y momentos de inclinación que se ejercen sobre los implantes orales in vivo. Permanece poco claro si la carga de los implantes debida a un mal ajuste de la prótesis es un problema clínico significativo para la estructura del implante o la relación subyacente entre hueso e implante. Aunque existen modelos teóricos para predecir la carga del implante, estos modelos esperan a ser examinados y validados frente a los datos reales in vivo. No ha habido estudios para evaluar la carga de los implantes en los distintos tipos de situaciones parafuncionales, como el bruxismo. Hay pocos datos sobre los límites de carga de los diversos diseños protésicos e implantes. Este ámbito carece de datos publicados sobre los límites para el fracaso en implantes y pilares bajo condiciones de fatiga o carga monotónica. Los datos acerca de los límites de carga en la relación se necesitan como función de: 1) tipo de hueso (esponjoso o cortical); 2) estado de cicatrización del hueso (p. ej., carga inmediata o carga diferida), y 3) tipo de implante (p. ej., implantes con superficies rugosas frente a las mecanizadas, implantes con formas roscadas frente a los de ajuste por presión). Las pruebas no invasivas, como el análisis de resonancia de frecuencia, no proporcionan aún datos decisivos sobre la cantidad o calidad del hueso en la relación, o de los límites de carga en el hueso de la relación.

### ¿Qué estrategias de investigación se necesitan?

Deben desarrollarse herramientas de planificación de casos clínicos que incorporen los conocimientos biomecánicos. Por ejemplo, mediante combinaciones de métodos de imagen y cálculos asistidos informática mente a nivel de un ordenador personal, podrían desarrollarse herramientas que permitieran a los clínicos añadir los análisis biomecánicos a su proceso de planificación de casos. La recogida de datos por Internet ofrece un medio potencial de llevar a cabo metaanálisis biomecánicos del rendimiento de los implantes. Por ejemplo, parece posible recoger datos protésicos y anatómicos de muchos casos de implantes en diversos centros clínicos con el fin de analizar dichos casos mediante las herramientas biomecánicas disponibles. Dichos análisis podrían dar lugar a un almacén de experiencias acumuladas de diseños para la planificación de casos. En los centros dentales y académicos elegidos, deberían examinarse los modelos teóricos de carga de implantes frente a los datos reales de los implantes. Dicho trabajo conducirá al desarrollo de herramientas precisas

de uso clínico para la planificación biomecánica de los casos. Las empresas y los centros académicos deberían colaborar con el fin de producir una base de datos más completa de los muchos modos posibles de fracaso biomecánico de los implantes y estructuras implantarias, como son la fatiga, resistencia y la fractura final.

### ¿Qué es necesario destacar en los programas formativos?

Incluso aunque la tecnología implantaria moderna implica un amplio espectro de dispositivos y conceptos biomecánicos, no resulta reconfortante el hecho de que la mayoría de las escuelas dentales de pregrado no enseñan de forma rutinaria la biomecánica básica respecto a los implantes y al hueso. Un clínico debería comprender los principios biomecánicos con el fin de proporcionar unos cuidados óptimos al paciente. Si bien los clínicos no necesitan convertirse en ingenieros completamente formados (del mismo modo que los pilotos de líneas aéreas no necesitan ser ingenieros aeronáuticos), sí es cierto que los clínicos deberían formarse y adquirir habilidades de forma razonable en el ámbito de la planificación biomecánica de los casos.

## Biomecánica de la relación entre hueso e implante:"

### ¿Qué sabemos?

La carga de los implantes se equilibra con las tensiones y deformaciones que se desarrollan en el hueso circundante de la relación. De forma similar a cualquier otro material, el hueso de la relación puede dañarse si las tensiones y deformaciones superan niveles dañinos. El daño óseo puede presentarse como microfisuras, un deterioro difuso de la matriz y las células, y otros procesos microscópicos diversos. La lesión ósea puede activar la remodelación del hueso en el mismo lugar de la lesión o cerca de él, lo que puede conducir, al menos de forma transitoria, a un aumento de la porosidad, una mayor deformación y, debido a ello, probabilidad de daño óseo durante la carga continuada. Los análisis de elementos finitos, fotoelásticos y otros diversos han estimado los estados de tensión-deformación en el hueso que rodea los implantes cuando éstos se cargan. En un sentido general, estos modelos y análisis han sido útiles en la evaluación de los estados *cuantitativos* de tensión-deformación en el hueso que rodea los implantes en casos altamente idealizados (p. ej., mostrando diferencias cualitativas en las características de transferencia de tensiones entre los implantes con forma de tornillo y los de forma de bala). En cualquier caso, se sabe por la experiencia que es posible sobrecargar un implante oral ya osteointegrado. Poco después de la cirugía, si un implante de un biomaterial sufre un micromovimiento excesivo, por ejemplo, superior a 50-150  $\mu$ m, dicho micromovimiento interfiere con la cicatrización adecuada del hueso (osteointegración) alrededor del implante y lleva a la formación de un tipo de tejido fibroso no mineralizado. Los artículos indican que la cicatrización del hueso alrededor de un implante parece compartir muchas características con la formación de hueso de forma directa o intramembranosa. Se han desarrollado una serie de sistemas de diagnóstico (p. ej., el análisis de resonancia de frecuencia) con el fin de ayudar a la evaluación del estado de la relación entre hueso e implante.

### ¿Qué no sabemos?

Se sabe poco de los niveles exactos de riesgo de tensión y deformación en el hueso de la relación. Esta falta de conocimiento

restringe nuestra capacidad de evaluar de forma concluyente la relevancia clínica de las diferentes geometrías implantarias y las estrategias de carga postoperatoria. No se conocen los mecanismos celulares y moleculares que subyacen en la interrupción de la cicatrización del hueso mediante micromovimientos, ni es cierto que los parámetros biomecánicos de dichos movimientos (p. ej., los niveles de tensión en el tejido de granulación) provoquen de forma específica la interrupción de la cicatrización ósea. En el caso del tejido fibroso de la relación inducido por el micromovimiento, no se sabe qué medidas, en caso de que existan, pueden tomarse para eliminar su presencia y, quizás, regenerar una relación osteointegrada. En un caso concreto de implantes es difícil medir las propiedades mecánicas exactas del hueso una vez que ha cicatrizado en la relación. En cambio, esta carencia de datos de entrada en los modelos de ingeniería impide unos análisis precisos de los acontecimientos en las relaciones mediante técnicas tales como los métodos informáticos de elementos finitos. Todavía se carece de una comprensión celular y molecular completa de la «osteointegración». No está claro si debe realizarse, de hecho, una distinción entre la osteointegración y la cicatrización ósea que se produce, por ejemplo, durante el relleno óseo de defectos vacíos de hueso cortical y esponjoso.

Aún no tenemos respuestas claras a las siguientes cuestiones: 1) ¿Cómo afecta la carga inmediata frente a la diferida de los implantes a la cicatrización ósea a nivel celular y molecular? 2) ¿Se modifican en algo las propiedades de las superficies implantarias (p. ej., rugosidad, composición química) en el proceso de cicatrización ósea alrededor de los implantes a nivel clínico, y si es así, qué mecanismos subyacen en dichos cambios? Si bien numerosas teorías han planteado la hipótesis de que el hueso «adapta» o ajusta su microestructura de alguna forma, por ejemplo, a las condiciones de tensión-deformación de la relación, no existe aún un claro consenso acerca de cuál de las muchas teorías, en caso de que sea

alguna, aplicar a los acontecimientos que se producen en el hueso en general, o de forma específica en la relación entre hueso e implante. La investigación en esta cuestión debería estar atenta a la necesidad de desarrollar hipótesis claramente examinables.

### ***¿Qué estrategias de investigación se necesitan?***

¿Cuáles son las propiedades mecánicas reales, frente a las asumidas, de las relaciones entre hueso e implante? Los nuevos métodos, como las técnicas de mapeo de tensiones ópticas (p. ej., la correlación de imagen digital) y la de nanoindentación podrían ayudar a conseguir dichos datos. Se necesitan más datos para establecer la magnitud en la que el hueso (es decir, la matriz extra celular) se «une» realmente o bien se inserta a la superficies implantarias. Deberían tenerse en consideración los métodos celulares, moleculares y genéticos modernos para afrontar el problema de aclarar los aspectos celulares y moleculares de la cicatrización ósea alrededor de los implantes, incluido el establecimiento de la vascularización. Tal como John Currev" describió en su texto de 1984, «para muchos profesionales sólo parece necesario demostrar que el hueso se adapta, recurren a la Ley de Wolf y acaban conscientes de un trabajo diario bien hecho». Con los implantes orales se ha sugerido con demasiada frecuencia que, teóricamente, todo y nada de lo que ocurre en la relación de hueso después de la cirugía es evidencia de la adaptación del hueso a la biomecánica de los implantes. El trabajo en el futuro debe diseñarse con el fin de distinguir más claramente entre la influencia del implante y la cirugía sobre la biología ósea en la relación.

### ***¿ Qué ES necesario destacar en los programas formativos?***

Las escuelas dentales deberían tener en cuenta la inserción en el currículo de una combinación efectiva de la teoría y la práctica relativa a los fundamentos de la biomecánica entre hueso e implante y a la cicatrización ósea (celular y molecular).

## **¿Es la relación de tejido integrado un análogo del periodonto: Mito o metáfora?**

*Lyndon F Coopet, DOS, tRO*

### **Introducción**

La evaluación de la terapia con implantes dentales requiere el reconocimiento de los signos y síntomas clínicos que reflejan la salud y/o la enfermedad. Se define el éxito clínico de los implantes dentales mediante una serie de criterios aceptados'. De forma interesante, la salud del tejido periimplantario se monitoriza además mediante índices periodontales que incluyen el enrojecimiento (hiperemia), hipertrofia o recesión, y sangrado al sondaje" Las mediciones clínicas del contacto entre hueso e implante se realizan midiendo los niveles de inserción al sondaje. ¿Debe medirse la salud del implante mediante índices periodontales?

### **¿Qué sabemos?**

#### **Las diferencias estructurales y funcionales son evidentes**

La estructura amortiguadora del ligamento de colágeno y la mecánica del periodonto, durante largo tiempo reconocida me-

dante la evaluación histológica y ya descrita en mayor profundidad", no son análogas a la mecánica estructural del implante dental en la relación entre el hueso y el implante. No se revisará aquí la relación entre hueso e implante, ya tratada con mayor profundidad en esta publicación.

La inserción de la mucosa periimplantaria consta de dos compartimentos'. Un compartimiento epitelial forma una inserción de epitelio de unión mediada por las células epiteliales de la mucosa y las proteínas adherentes que forman inserciones hemidesmosómicas por toda la superficie del pilar. La inserción epitelial en el surco periimplantario tiene tres zonas distintas: ') una zona de placa en la cresta, 2) una «zona desnuda» central y 3) una zona de células adherentes donde las células epiteliales se insertan directamente a la superficie de titanio". Las proteínas séricas, como la fibronectina y la laminina, median la adhesión celular, y las superficies texturizadas de los componentes mecanizados de titanio ayudan a la adhesión de células epiteliales.

Un tejido conjuntiva denso y relativamente acelular forma el resto de la relación entre mucosa e implante, y se coloca entre el hueso crestal y la inserción del epitelio de unión<sup>5,6</sup>. La placa induce un incremento reaccional en las dimensiones de este infiltrados. Los pilares o restauraciones que permiten la filtra-

ción de bacterias y sus productos potencian la población de neutrófilos dentro de este infiltrado celular. Puede concluirse que: 1) la inserción de epitelio de unión se asemeja al epitelio largo de unión formado en los dientes naturales; 2) el componente de tejido conjuntivo de la inserción mucosa está enriquecido con fibras de colágeno orientadas de forma circunferencial alrededor del implante o del pilar, y no se inserta directamente en el cuerpo del implante, y 3) existe un infiltrado celular dentro de los tejidos conjuntivos que rodean los dientes e implantes, que contiene células T, B Y neutrófilos que responden a la acumulación de placa.

Las diferencias funcionales entre la inserción periodontal y la osteointegración vienen señaladas por el movimiento limitado del implante dental (de 1 a 10  $\mu$ m frente a 20 a 100  $\mu$ m). y el comportamiento graduado frente al dicotómico de los dientes frente a la calidad de la inserción implantaria". La salud del implante se relaciona con una inmovilidad absoluta, y ciertas mediciones clínicas sencillas han puesto de manifiesto la dificultad de conseguirla. El dispositivo Periostat (Siemens) es incapaz de discriminar completamente los fracasos incipientes". El análisis de resonancia de frecuencia ofrece una discriminación refinada de la rigidez cambiante de la relación entre hueso e implante, y puede sustituir a las actuales pruebas dicotómicas de movilidad implantaria".

Desde un punto de vista clínico, se distingue la función del implante. Por ejemplo, la intrusión dentaria en las prótesis combinadas implantodentarias", el papel de los implantes endoóseos como anclaje para movimientos ortodóncicos dentarios", y el movimiento de los dientes adyacentes a los implantes inmóviles en los individuos jóvenes destacan la distinción funcional entre los dientes y los implantes". Por último, la rehabilitación implantaria mejora la función neuromuscular del paciente parcial y totalmente desdentado, aunque la función no se ajuste completamente a la de un individuo dentado".

Sin un ligamento periodontal, los implantes dentales carecen de los mecanismos neuromusculares o propioceptivos de los dientes. Sin embargo, una prótesis osteointegrada permite discriminar de forma sutil los estímulos mecánicos y vibratorios. capacidad física denominada «osteopercepciones". Se encuentra implicada una integración funcional que puede explicar la potenciación mensurable de la función neuromuscular que sigue a la rehabilitación dental mediante implantes en la mandíbula desdentada.

Generalmente, el fracaso de los implantes se clasifica según las distintas etiologías, que incluyen el fracaso de la cicatrización, la sobrecarga mecánica y la enfermedad inflamatoria. Las investigaciones prospectivas indican que más de la mitad de todos los fracasos implantarios se producen antes de la carga, la incidencia de sobrecarga mecánica que conduce al fracaso del implante es menor del 1%, y se describe una enfermedad inflamatoria progresiva de forma más común en los cilindros recubiertos de plasma. Para destacar esta circunstancia concreta, la pérdida ósea descrita en los cilindros recubiertos de plasma se produce más rápidamente que la pérdida de inserción en los dientes", mientras que la pérdida de hueso en los cilindros mecanizados y rascados se produce de forma más lenta que la pérdida de inserción en los dientes de individuos parcialmente desdentados". Sin embargo, una ilustración clínica importante de las diferencias entre los dientes y los implantes es la ausencia de datos que indiquen la progresión de la inflamación mucosa periimplantaria hacia la pérdida progresiva y terminal de la osteointegración. La pérdida ósea medida en los dientes e

implantes en pacientes periodontales es distinta, lo que supone un argumento en contra de que constituyan un proceso patológico común.

### **Bacterias patógenas comunes que se han descrito en los dientes e implantes**

La formación de la placa no es una característica diferencial entre dientes e implantes. Zitzmann y cols." definieron la relación entre la acumulación de placa y la inflamación de la mucosa gingival y periimplantaria. La placa formada en el período de examen de 3 semanas medió en la inflamación, que presentaba similitudes entre la producida en la mucosa gingival y la periimplantaria. ¿La placa adherente y sus consecuencias son las mismas en los dientes y los implantes?

Guiryneen y cols.<sup>20</sup> concluyeron que al compararse con la salud del implante, la periimplantitis se asocia con una microflora más compleja que contiene bacilos y espiroquetas móviles, específicamente con la presencia de *Porphyromonas gingivalis* y *Actinobacillus actinomycetemcomitans*. La placa dentro del surco periimplantario sano no es diferente de la placa de la mucosa oral, con una alta proporción de cocos, pocos anaerobios, y una ausencia relativa de bacterias periodontopatógenas". Mombelli<sup>22</sup> ha demostrado que la placa de los implantes que han fracasado se relaciona con la de los dientes de individuos parcialmente desdentados. Puede producirse el desarrollo de placa en las localizaciones con implantes, procedentes de los dientes. Se ha descrito la infección por *A. actinomycetemcomitans* de los implantes, incluso en pacientes desdentados que no albergan de forma típica estos patógenos, lo que sugiere el papel de los componentes del implante en el establecimiento de nichos de anaerobios para la población bacteriana de novo. Actualmente, si bien las bacterias periodontopatógenas se han aislado de los implantes, la evidencia indica que los patógenos difieren entre los implantes fracasados y los dientes". Los populares modelos de ligadura para periimplantitis no reproducen el curso natural de la infección o la pérdida de la osteointegración, y estos resultados deben reconsiderarse".

El implante es un factor ambiental diferenciado que influye sobre la inflamación periimplantaria>. Las superficies de titanio recubiertas de plasma o las de hidroxiapatita poseen un riesgo adicional para la pérdida ósea de tipo inflamatorio relacionada con bacterias o partículas. Las superficies chorreadas con grano o grabadas pueden tener un riesgo menor". También pueden aislarse grandes cantidades de bacterias potencialmente patógenas de los agujeros centrales de algunos pilares implantarios, lo que indica aún más que entornos exclusivos de material al plástico/implante contribuyen a la infección". El resumen de muchos estudios confirma que 1) las bacterias periodontopatógenas pueden poblar los implantes endoóseos; 2) las reacciones inflamatorias locales se producen en la mucosa periimplantaria en respuesta a la placa; 3) las respuestas sistémicas a los patógenos pueden medirse, y 4) la terapia local orientada a la placa es efectiva para limitar la inflamación periimplantaria.

### **¿Qué no sabemos?**

#### **¿Son las mediciones periodontales de la inflamación adecuadas para el diagnóstico de la inflamación periimplantaria?**

La mayor parte de mediciones de la inflamación periodontal se han empleado para medir la inflamación periimplantaria="". El reconocimiento de las diferencias estructurales entre los dientes y los implantes cuestiona la validez del sondaje o el sangrado al sondaje como medición clínica de la salud periimplantaria. o como indicador de la inflamación periimplantaria.

La relevancia del volumen de fluido crevicular no se ha definido bien respecto a la mucositis periimplantaria o a la pérdida ósea. El fluido del surco periimplantario contiene marcadores inflamatorios que pueden contribuir a la futura evaluación de la enfermedad específica del implante (aspartato aminotransferasa, telopéptidos-C de colágeno tipo I<sup>29</sup>, metaloproteínasa de la matriz-B<sup>30</sup> y prostaglandina E<sub>2</sub><sup>31,32</sup>). En la actualidad, la interrelación entre la profundidad del surco periimplantario, el enrojecimiento de la mucosa, el sangrado al sondaje, la flora microbiana o el fluido del surco no se ha asociado de forma repetida con el posterior fracaso implantario.

### **¿Es efectivo o adecuado tratar la periimplantitis como la periodontitis?**

El tratamiento de la periimplantitis como la periodontitis asume que la inflamación de la mucosa periimplantaria progresa hacia la pérdida de la osteointegración. Este hecho no ha sido demostrado en ausencia de modelos de ligadura. Sin embargo, el tratamiento de la periimplantitis se basa, por consenso, en la reducción de la colonización bacteriana de la superficie del implante, eliminación de las bacterias (de forma mecánica) y eliminación del ambiente anaerobio.

La representación histológica de la inflamación crónica en el fracaso de un implante dental contrasta con los episodios de inflamación aguda que conducen a la pérdida de inserción periodontal. La información disponible sugiere que el fracaso de un implante se acompaña de una respuesta inflamatoria crónica, no por el episodio de inflamación aguda que se ha descrito que origina la pérdida de inserción en los dientes. Cualquier modulación mecánica de las respuestas inflamatorias agudas en las regiones críticas del periodonto (la base del surco periodontal) y en la relación entre mucosa e implante pueden diferir. La inflamación se superpone en un entorno mecánico diferente. El ligamento periodontal proporciona un plexo de vasos sanguíneos y nervios que ofrece una circulación sujeta a la estimulación mecánica al moverse el diente<sup>33</sup>.

La reducción en la colonización bacteriana por la eliminación de las fuentes mecánicas de retención de placa y la reducción práctica de la energía superficial manteniendo una superficie pulida del pilar y la restauración son soluciones prácticas y prudentes que funcionan con los dientes naturales, prótesis y componentes implantarios. Se defiende la eliminación de placa tanto en los dientes como en los implantes, la cual debe buscar la reducción de poblaciones bacterianas antes de la colocación de los implantes. Existe escasa información acerca de la necesidad de eliminación quirúrgica de los ambientes anaerobios en los implantes. Una revisión sistemática reciente de las intervenciones de mantenimiento y restablecimiento de los tejidos sanos alrededor de los implantes dentales indica que no existe una evidencia fiable de un tratamiento favorable concreto".

La regeneración del hueso periimplantario es una de las vertientes del tratamiento periimplantario. En general, se aplica la regeneración tisular guiada y se asume una etiología bacteriana de la pérdida ósea. Se han producido defectos recurrentes, que reflejen probablemente la etiología mecánica de la

pérdida ósea o una infección recurrente relacionada con la superficie implantaria no tratada o de la relación entre pilar e implante. Permanecen sin definir los factores que conducen a una remodelación predecible de la relación entre hueso e implante. La superficie contaminada del implante se considera como objetivo de mejora en el futuro.

### **¿Qué estrategias de investigación se necesitan?**

La investigación clínica debe reforzarse y enriquecerse. La llegada de la colocación y carga inmediata ofrece una gran oportunidad para llevar a cabo investigaciones de diseño longitudinal que comparen la biología dentaria e implantaria. Los estudios comparativos de la salud del implante y el diente pueden requerir mediciones de salud específicas para ambos. Dichos estudios pueden adoptar los abordajes moleculares contemporáneos para la integración de los tejidos blandos, microbiología y formación del biofilm, así como abordajes estadísticos modernos con el fin de evaluar grandes grupos en múltiples centros.

Los intentos actuales para comprender el riesgo de la enfermedad periodontal se han centrado en posibles determinantes genéticos del proceso inflamatorio. Greenstein y Hart<sup>36</sup> concluyeron que es necesaria mayor investigación para determinar el riesgo de desarrollar periodontitis o periimplantitis cuando está presente el alelo 2 en el locus de la interleucina I-beta. Otros polimorfismos en el locus de la interleucina-4 (periodontitis de comienzo temprano)", el locus del factor de necrosis tumoral alfa<sup>38</sup> y la N-acetiltransferasa (fumar como factor de riesgo)<sup>39</sup> están bajo investigación como marcadores genéticos de susceptibilidad a la periodontitis o a la periimplantitis. Los estudios específicos de implantes pueden ser informativos.

Una comprensión más fundamental de los efectos del entorno mecánico sobre la inflamación en los tejidos periodontales y periimplantarios puede reforzar de forma significativa nuestro conocimiento sobre la pérdida de hueso periimplantario. De nuevo, los modelos contemporáneos de cultivo celular y los nuevos modelos animales orientados hacia los determinantes genéticos de la inflamación relevantes desde un punto de vista clínico podrían proporcionar perspectivas importantes que sean susceptibles de la posterior confirmación clínica mediante estrategias moleculares.

### **¿Qué es necesario destacar en los programas educativos?**

No hay datos concluyentes que apoyen el tratamiento continuado de implantes y dientes como entidades clínicas similares. Sin embargo, la educación basada en los fundamentos establecidos debe apoyar el control de la enfermedad mediada por la placa como requisito previo para el tratamiento implantológico. Deben realizarse investigaciones específicas de la biología y la anatomía de los tejidos periimplantarios, evitando las analogías sin demostrar o incorrectas con los tejidos periodontales y la patogénesis. Para conseguir esto, la histología fundamental de los dientes y los implantes, así como la biología de la inflamación deben ser componentes integrales de cualquier currículo sobre implantes dentales. Es esencial la definición de las respuestas a los componentes respecto al hospedador y la microflora, no en términos de los componentes en sí mismos.

# Aspectos dependientes del paciente: ¿Hay algún límite en la prescripción de la terapia implantológica?

*Pierre de Grandmont, OMO, Cert (Prosth),  
MSc Louis de Koninck, OMO, MSc  
FRCO(C)*

## Introducción

La terapia periodontal es efectiva no sólo para prevenir la

La profesión dental está utilizando cada vez más el tratamiento mediante implantes de forma más arriesgada y novedosa. En la actualidad existen nuevas áreas clínicas en las que la técnica no ha penetrado. Algunos sugieren que la terapia periodontal y las técnicas endodóncicas se han mostrado obsoletas por el desarrollo de un abordaje sintético superior. ¿Están justificadas estas demandas?

A comienzos del siglo xx, un doctor inglés llamado William Hunter llegó a Montreal y dio una conferencia que condenaba con fuerza la odontología protésica y cualquier intención de salvar la dentición dañada, puesto que perpetuaría la infección oral y estaba condenado el fracaso. Su mensaje contribuyó a la extracción de muchos dientes, y también debido a que muchos clínicos de su época estaban convencidos de que la vulcanita, la porcelana y posteriormente el metilmetacrilato eran buenos sustitutos aloplásticos de la dentición natural, muchas personas acabaron desdentadas y se volvieron portadores de una prótesis completa. En la actualidad, todos conocemos las consecuencias de esta creencia. ¿Se está repitiendo la historia? ¿Sería cínico decir que "diferentes épocas, mismos problemas, solución similar"?

Las prótesis sostenidas sobre implantes proporcionan un abordaje sintético superior a las prótesis completas. Sin embargo, ¿son superiores a los dientes? ¿deberían considerarse con mucho mejor pronóstico que los dientes naturales que presentan patologías periodontales o pulpa res?

## ¿Qué sabemos?

Deben considerarse dos factores en el proceso de toma de decisiones acerca de la restauración y mantenimiento de la dentición alterada: la posibilidad de restaurar y el apoyo periodontal adecuado.

Los dientes dañados de forma importante pueden requerir de un tratamiento endodóncico antes de los procedimientos restauradores con el fin de tratar la lesión pulpar y/o proporcionar un anclaje radicular. Se ha descrito una tasa esperada de éxito muy alta para las pulpectomías y el tratamiento de los dientes necróticos con periodontitis apical. Con frecuencia, los fracasos endodóncicos se deben en realidad a fracasos de tipo restaurador o periodontal. También debe tenerse en cuenta la falta de destrezas operatorias. El tratamiento de los fracasos endodóncicos tiene un pronóstico menos favorable que las intervenciones iniciales.

Los dientes tratados endodóncicamente son proclives a la fractura radicular, en especial cuando se exponen a fuerzas funcionales altas. Por ello, se recomienda en gran medida proceder a la colocación de una corona después de la terapia endodóncica. Cuando la pérdida de estructura dental es mínima, el pronóstico de estos dientes es bueno con o sin perno. Sin embargo, si la falta de estructura impide un efecto de contención adecuado, el perno y muñón toman la mayor parte de la carga e inducen tensiones por cizalla en la estructura radicular. La predecibilidad a largo plazo de la restauración puede estar comprometida, de este modo, de forma grave. La caries radicular grave, la caries de furea, la reabsorción interna o externa grave, y la mala proporción entre corona y raíz originan problemas para la restauración, y puede contraindicar el tratamiento endodóncico"

enfermedad periodontal, sino también para enlentecer la destrucción del periodonto y reducir la pérdida de dientes". Los factores importantes que influyen en el pronóstico periodontal son la profundidad de sondaje, el patrón y grado de pérdida ósea, el grado de movilidad y la proporción entre corona y raíz. La determinación del pronóstico de dientes con afectación periodontal puede ser difícil, y con frecuencia son incorrectas las proyecciones".

La caries dental y la periodontitis son las dos razones principales de pérdida dental<sup>43</sup>. Estos dos procesos infecciosos pueden ser evitados de forma efectiva mediante medidas de higiene oral. Sin embargo, los pacientes que requieren una restauración amplia de su dentición ya han demostrado una susceptibilidad a la enfermedad dental y presentan un alto riesgo de fracaso". Los pacientes con escasa higiene oral pueden ser malos candidatos para tratamientos amplios y heroicos. Las restauraciones protésicas también pueden complicar las medidas de higiene y contribuir a la recurrencia de la enfermedad si no se adaptan correctamente.

Bajo un manejo estricto después del tratamiento, muchos dientes conservan su función durante largos períodos de tiempo, incluso cuando en un principio se habían clasificado como de mal pronóstico. Se ha demostrado que los dientes con reducción del soporte periodontal pueden ser tratados con éxito, e incluso soportar amplias prótesis parciales fijas convencionales<sup>5,7-10,15,16</sup>. Rara vez, la enfermedad periodontal es la causa del fracaso de las coronas y puentes dentales". Sin embargo, con frecuencia es responsable de la pérdida de pilares para prótesis parciales removibles<sup>1,2,6,17-21</sup>.

Una amplia evidencia confirma que la terapia implantológica mediante la técnica de osteointegración tiene un alto grado de éxito y es muy predecible tanto en pacientes total como parcialmente desdentados<sup>4,5,7-12,14,16,22-26</sup>. Los implantes endoóseos, al ser de plástico, son menos susceptibles a los problemas biológicos que los dientes naturales. También se ha demostrado que los niveles óseos alrededor de los implantes son estables, y que la osteointegración puede mantenerse con los años. Por ello, las prótesis sostenidas por implantes constituyen una alternativa viable a los dientes con mal pronóstico.

Las restauraciones protésicas convencionales pueden fracasar debido a problemas técnicos o mecánicos. Las prótesis sostenidas por implantes son susceptibles a dichos fracasos<sup>4,5,7-12,14-16,20,21,24-27</sup>, aunque las restauraciones retenidas mediante tornillo facilitan el mantenimiento y la reparación. Esta ventaja puede enmascarse con el aumento de popularidad de las prótesis cementadas sostenidas sobre implantes. Las prótesis siempre difieren de los dientes que sustituyen y representan, por tanto, un reto para la capacidad adaptativa del paciente". Sería ingenuo creer que esta afirmación no incluye a las restauraciones sostenidas por implantes. La adaptación no se produce con facilidad en muchos, y los pacientes necesitan aceptar el compromiso. La posición comprometida del implante, el diseño de la prótesis y la arquitectura de los tejidos blandos podrían contribuir a esta situación.

La osteointegración de los implantes en hueso blando y/o con altura ósea reducida es menos predecible, a pesar de los diversos procedimientos quirúrgicos. Se ha descrito que dichas técnicas son muy sensibles a la técnica". Por ello, parece crítico para los clínicos evaluar si el mantenimiento de dien-

ñcrados podría dar lugar a una pérdida de hueso que irne - "a la futura colocación de implantes.

La decisión acerca de salvar o sacrificar dientes es compleja, y depende de su importancia estratégica, posibilidad de tratamiento, factores específicos del paciente, destrezas del clínico terapeuta, y, con frecuencia, de factores económicos<sup>1,2,4-12,14-16.19-21,24</sup>.

De este modo, cualquier sustitución dentaria debe ir precedida de una evaluación meticulosa de los riesgos, beneficios y costes. El nivel de deterioro que requiere tratamiento es difícil de definir. Sería dogmático trazar una línea arbitraria respecto a cuándo es aceptable tratar o no de una manera específica. Cada caso debe decidirse según sus propios méritos, y siempre debe orientarse el tratamiento hacia las necesidades del paciente.

### ¿Qué no sabemos?

Los nuevos materiales dentales han conducido a una mejor conservación de las estructuras dentarias, y a la creación de restauraciones denominadas biomiméticas. Aún es necesario demostrar si dichos avances recientes influirán de forma significativa sobre el pronóstico de los dientes dañados.

Se sabe poco acerca de las percepciones de los pacientes relativas a los resultados del tratamiento protésico, tanto convencional como el sostenido por implantes. El impacto de la pérdida de la propiocepción tras la extracción dentaria no está claro.

La terapia implantológica es cara, y el factor económico es, habitualmente, una cuestión importante para el paciente. Existe

escasa información sobre el mantenimiento de las prótesis sostenidas por implantes. Aún no está clara la asociación entre coste y eficacia, coste y beneficio, y coste y utilidad, en especial en aquellos pacientes que parecen ser buenos candidatos para los procedimientos periodontales y restauradores<sup>v</sup>".

### ¿Qué estrategias de investigación se necesitan?

La bibliografía sobre los resultados del tratamiento es poco consistente y, en gran medida, es variable. Debe llevarse a cabo la estandarización entre estudios con respecto al protocolo terapéutico y la metodología de investigación. Existe necesidad de ensayos clínicos de larga duración, que compararan los procedimientos restauradores convencionales con las prótesis sostenidas por implantes con respecto al coste, mantenimiento y satisfacción del paciente. La investigación sobre el genoma humano debería conducir a mejores herramientas diagnósticas que pudieran ayudar a los profesionales a evaluar la susceptibilidad del paciente a la caries dental y a las enfermedades periodontales.

### ¿Qué es necesario destacar en los programas formativos?

En la actualidad, la formación de pregrado se está centrando en las destrezas técnicas. No se destacan lo suficiente los límites y fracasos de los tratamientos. Los estudiantes deben aprender a considerar estos factores, así como otros como el coste, la satisfacción del paciente y el mantenimiento al planificar el tratamiento de los pacientes.

## Beneficios clínicos del tratamiento con implantes dentales

*Emad S. Elsubeihi, 80S, MSc, Oipl Prosth, PhD*

*Nikolai J. Attard, 8ChO, MSc, Oipl Prosth*

### El abordaje por inducción, seducción y deducción en la toma de decisiones clínicas

El proceso de toma de decisiones puede basarse en: 1) la experiencia clínica sin controlar del propio clínico (inducción); 2) los consejos de colegas, anunciantes y comerciales (seducción). o 3) análisis de los hallazgos de ensayos prospectivos diseñados de forma adecuada (deducción). Se considera que el último abordaje es la única opción defendible y científicamente aceptable para el proceso de toma de decisiones. La aplicación práctica del abordaje por deducción se ha desarrollado en métodos de práctica basada en la evidencia.

Según los principios de práctica basada en la evidencia, el ensayo prospectivo, aleatorio, con grupo control (EAC) representa el diseño clínico más riguroso para documentar la eficacia/efectividad y el riesgo de la terapia bajo investigación. Un artículo reciente<sup>7</sup> concluía que la calidad de los EAC de implantes orales era, en general, escasa y era necesario mejorarla (tabla 1). De forma interesante, también se han hecho observaciones similares en la bibliografía quirúrgica, en la que diversas revisiones han confirmado que los EAC no se han descrito comúnmente<sup>8</sup>, y que la referencia de los EAC es inferior cuando éstos son llevados a cabo por cirujanos con el fin de evaluar la efectividad de los procedimientos quirúrgicos<sup>9</sup>.

### Consideraciones especiales en la investigación protésica

Aunque una descripción inadecuada (p. ej., la falta de información acerca de unos criterios de inclusión/exclusión claramente definidos, el cálculo del tamaño muestral, grupos control adecuados, motivos de eliminación, análisis estadístico inadecuado) hace difícil la interpretación de los EAC y limita con la práctica poco ética cuando unos resultados sesgados reciben una falsa credibilidad<sup>8</sup>, es importante darse cuenta de que el concepto y la metodología de la práctica basada en la evidencia se delimitaron en el contexto de la terapia farmacológica. Aunque se aplican los mismos principios en la evaluación de los procedimientos quirúrgicos y convencionales, como los protésicos, la metodología de EAC no se traslada con facilidad a la evaluación de procedimientos intervencionistas (incluidos los protésicos). Se ha sugerido que la falta de EAC quirúrgicos se deba a cuestiones metodológicas (p. ej., preferencias de los pacientes, condiciones poco comunes) y éticas relativas a la ejecución de los ensayos<sup>6,9,12</sup>. De forma similar, unas cuantas cuestiones específicas de la investigación protésica demanda una consideración especial.

### Enmascaramiento

*Conocido.* Se ha demostrado que los EAC que no utilizan un diseño de doble ciego tienen una probabilidad mayor de mostrar una

**Tabla 1** Evaluación de los EAC sobre implantes orales según la evaluación de Esposito y cols.<sup>1</sup>

		Parámetro	
		Porcentaje	
Financiación	universidad	33% boca partida	
n Entidad	58% en	98% sin cálculo del	
Diseño	paralelo	tamaño muestral	
Estimación del tamaño muestral	2% cálculo del tamaño muestral adecuado	21 % definidos sin claridad	16% posiblemente adecuado
Criterios de inclusión	79% definidos con claridad	23% no mencionados	
Motivos de eliminación	77% mencionados	14% inadecuado	
Aleatorización	70% no descritos		2% adecuado
Enmascaramiento	72% sin intento de enmascaramiento	28% con intención de algún tipo de enmascaramiento	14% no adecuado 9% poco claro
Grupos control	46%	40% poco claro	
Resultados estadísticos	comparable <sup>1</sup> 5% sin análisis	21% inadecuado	
44 % comercial	49% independiente	5% desconocido	65% adecuado
88%	22% no universidad	9% cruzado	

<sup>1</sup>Comparable al inicio por factores pronósticos importantes.

mayor innovación que los estudios de doble ciego. Es aceptable tener EAC diseñados con un enmascaramiento de un lado donde, por ejemplo, los evaluadores que realizan las entrevistas al paciente puedan ser enmascarados respecto al tratamiento a realizar. Esposito y cols.<sup>1</sup> indicaban que el 72% de los EAC sobre implantes orales no habían realizado ningún tipo de enmascaramiento, mientras que solo el 28% intentaron algún tipo del mismo.

*Desconocido.* Aunque es factible tener a los pacientes enmascarados respecto a, por ejemplo, el tipo y características de los implantes, los componentes de la prótesis (pilares, barras, etc.) o el colutorio empleado para mejorar la salud gingival, no es factible la ocultación a los pacientes del tipo de prótesis empleado (p. ej., un tratamiento sostenido por implantes frente al convencional), debido a cuestiones éticas, así como la ocultación de un tratamiento que es evidente para el paciente. La falta de enmascaramiento es especialmente preocupante si el resultado principal es un cambio en los síntomas o la calidad de *vida* más que una medición objetiva, como el éxito de los implantes empleando criterios objetivos.

### Aleatorización

*Conocido.* La aleatorización de los pacientes en un ensayo clínico elimina el sesgo consciente originado por la selección del clínico o del paciente, y reduce el sesgo inconsciente debido a factores desconocidos. La falta de una aleatorización descrita de forma adecuada se ha asociado con sesgos en la estimación de la efectividad de las intervenciones<sup>1</sup>. Esposito y cols.<sup>1</sup> encontraron que el 85% de los EAC sobre implantes orales no describen ni emplean criterios adecuados de aleatorización. Sólo un estudio describía de forma clara los procedimientos de aleatorización seguidos<sup>1</sup>. Incluso más desconcertante es el hecho de que dichos procedimientos en algunos de los estudios que se consideraba que los habían seguido de forma adecuada según la revisión de Esposito y cols. habían sido cuestionados de forma importante<sup>1</sup>,

Los implantes dentales han demostrado una tasa de éxito impresionante a largo plazo. Esto ha dado lugar a pocos fracasos en un largo período de tiempo, lo que dificulta los estudios que intentan poner de manifiesto el impacto de diversos factores y condiciones (en especial, enfermedades sistémicas) sobre el fracaso de los implantes. Esto ilustra la necesidad de ensayos multicéntricos y estudios de metaanálisis para obtener un tamaño muestral suficiente que pueda ser analizado de for-

ma apropiada. El obstáculo de este abordaje es, para diversos centros de todo el mundo, adoptar protocolos similares respecto a los criterios de inclusión y exclusión, procedimientos terapéuticos y criterios de evaluación.

*Desconocido.* Si bien es posible llevar a cabo EAC con diseños en paralelo para examinar los efectos de los colutorios antisépticos sobre los tejidos gingivales que rodean los implantes, el efecto de la rugosidad superficial de los pilares sobre la acumulación de placa, o el número de implantes que sostienen diseños concretos de prótesis, la aleatorización de los pacientes mediante estudios con diseños en paralelo con el fin de examinar la influencia del tipo de prótesis (p. ej., fija frente a removible) puede afectar de forma significativa el resultado del estudio como consecuencia de la preferencia del paciente por una modalidad de tratamiento frente a otra. Este aspecto puede estar influido aún más por el tratamiento protésico pasado del paciente. De hecho, existe alguna evidencia que indica que los pacientes de prótesis dental prefieren los tratamientos fijos o removibles incluso cuando ambos estén sostenidos por implantes<sup>1</sup>. Un método para solucionar esta cuestión es emplear un diseño cruzado, en el que el paciente sirve como su propio control. Sin embargo, incluso al emplear este abordaje, las preferencias del paciente y los antecedentes protésicos influirán en las mediciones resultantes que pretenden evaluar la satisfacción y el impacto psicológico del paciente.

Partiendo del alto coste del tratamiento de implantes, siempre existe el riesgo de implicar a pacientes que no pueden permitirse el tratamiento en los grupos terapéuticos menos caros. La heterogeneidad de los pacientes de prótesis es otro ejemplo de la complejidad de la investigación protésica. El denominado grupo mal adaptado presenta un problema especial, ya que su inclusión en un grupo terapéutico u otro puede dar lugar a una infra o sobrestimación de los resultados del tratamiento. Un método para superar esta cuestión es emplear la aleatorización por emparejado o estratificada. Sin embargo, estos pacientes se diagnostican, habitualmente, con carácter retrospectivo en función de su experiencia protésica previa, un factor que puede influir en los estudios que investigan la satisfacción del paciente y el impacto psicológico del tratamiento. Por otro lado, estos pacientes pueden ser estudiados como un brazo separado (tercio) en el diseño de los ensayos en paralelo. Los primeros estudios se limitaban sólo a los pacientes mal adaptados siguiendo un diseño cruzado (prótesis sostenidas por implantes colocadas tras unas prótesis removibles convencionales optimizadas<sup>1</sup>).

## **Beneficios clínicos de la prótesis dental sobre implantes**

Diversos estudios de casos-control bien diseñados han demostrado la alta tasa de éxito de los implantes dentales. Un metaanálisis ha confirmado estos hallazgos<sup>29</sup>. Aunque la mayoría de los estudios documentaban la eficacia<sup>21-25</sup>, la evidencia emergente también demuestra la efectividad de esta modalidad de tratamiento<sup>26-28</sup>.

### **Beneficios fisiológicos: función masticatoria**

*Conocido.* El rendimiento masticatorio de los pacientes desdentados que llevan prótesis completas es de cerca del 10 al 20% de eficiencia que el de los individuos dentados<sup>29, 30</sup>, y la dieta de los portadores de prótesis es baja en fibra y vitaminas<sup>31,32</sup>. Diversos estudios han demostrado que la fuerza de mordida y la capacidad masticatoria han mejorado tras la colocación de implantes. Se ha asociado una mejor capacidad masticatoria con un aumento en la variedad de los alimentos ingeridos, incluido un aumento en la ingesta de frutas frescas y pan tostado=.

*Desconocido.* Se ha cuestionado la utilidad de la fuerza de mordida como medición resultante para evaluar la función masticatoria".

### **Beneficios fisiológicos: ingesta dietética/nutrición**

*Conocido.* Diversos estudios han concluido que la colocación de nuevas prótesis, independientemente de su diseño (convencional o sostenido por prótesis), es incapaz de producir una mejoría en la ingesta dietética<sup>33</sup>,3S-3J

*Desconocido.* No se conoce la idoneidad (fiabilidad, validez y sensibilidad) de los instrumentos empleados en la evaluación de la mejoría de la ingesta dietética.

### **Beneficios fisiológicos: pérdida de hueso**

*Conocido.* Se ha puesto de manifiesto la reabsorción ósea mínima alrededor de los implantes dentales en diversos estudios. Se ha sugerido en algunos estudios el retraso en la pérdida de hueso en zonas de los maxilares alejadas de los implantes<sup>38,39</sup>.

*Desconocido.* Aunque se considera que los niveles de hueso alrededor de los implantes dentales son parte integral de las medidas resultantes para evaluar el resultado de los implantes, aún permanece por dilucidar la utilidad de la mínima reabsorción del reborde residual en zonas alejadas de los implantes dentales. Por ejemplo, no se ha demostrado si la frecuencia de rebases (y, por tanto, el coste de mantenimiento) se reduce.

### **Beneficios sociales y psicológicos**

*Conocido.* Si bien un estudio antiguo (que utilizaba la Escala de Restricción de la Actividad de Groningen para Odontología, la Escala de Bienestar Psicológico para Pacientes con Prótesis, la Lista de Síntomas de Hopkins y una autoevaluación analógica lineal sobre la calidad de vida) no demostraba diferencias en el funcionamiento psicosocial y calidad de vida de los pacientes tratados con sobredentaduras sostenidas por implantes respecto a los pacientes tratados con nuevas prótesis completas con o sin vestibuloplastia y profundización del suelo de la boca después de un año de tratamiento", otro estudio (que empleaba el Perfil de Impacto de la Salud Oral [PISO]) ha

sugerido que el tratamiento implantológico proporciona una mejoría significativa a corto plazo (2 meses después del tratamiento) frente al tratamiento protésico convencional en la calidad de vida relacionada con la salud oral".

*Desconocido.* ¿Es el PISO un instrumento más apropiado (sensible) para la evaluación de la calidad de vida en lo relativo al edentulismo, en especial en los estudios a largo plazo? ¿Darán resultados comparables los estudios de grupos amplios de pacientes tratados en diversos centros clínicos?

### **Beneficios económicos**

*Conocido.* Esta cuestión ha sido abordada de forma indirecta evaluando las complicaciones y requisitos de mantenimiento de las restauraciones sostenidas por implantes<sup>42-46</sup> y el tiempo requerido para la confección de la prótesis<sup>47,48</sup>. Los estudios a corto plazo describen un alto coste de las prótesis sostenidas por implantes, al compararse con las prótesis convencionales<sup>49</sup>,so

*Desconocido.* No se ha llevado a cabo un análisis económico que tenga en consideración el coste del tratamiento, el tiempo requerido para la fabricación, así como las complicaciones y requisitos de mantenimiento en períodos prolongados.

## **¿Qué estrategias de investigación se necesitan, y qué es necesario destacar en los programas formativos?**

Los antecedentes protésicos, las preferencias del paciente, el coste del tratamiento y los aspectos éticos están entre los asuntos que impiden el enmascaramiento y la aleatorización de los EAC que intentan solucionar cuestiones específicas en prótesis dental. La cuestión no es si uno cree en la potencia de un ensayo aleatorizado, sino en si siempre es posible llevar a cabo un buen EAC.

Para responder a asuntos relacionados con las preferencias de los pacientes, cuestiones psicológicas, problemas de reclutamiento, preferencias del profesional, enmascaramiento y aspectos éticos en estudios relacionados con la investigación de la diabetes, se han propuesto en la bibliografía una serie de alternativas a los diseños de EAC. Entre los ejemplos, están el diseño del acceso aleatorio". el diseño centrado en el paciente parcialmente aleatorio= y el diseño centrado en el clínico parcialmente aleatorio=. De forma más reciente, se ha presentado un protocolo de estudio= como evidencia científica de alta calidad para ayudar en la toma de decisiones clínicas relativas a los abordajes quirúrgicos y conservadores para el tratamiento de las enfermedades comunes asociadas con dolor en la parte lumbar y piernas, como resultado de las dificultades en el diseño de EAC que respondan a cuestiones relacionadas con la eficacia relativa y la rentabilidad basada en la eficiencia.

Han existido voces que han pedido una investigación protésica mejor y más fuerte. Puede merecer la pena para la comunidad protésica sugerir su propio diseño de ensayos clínicos, reconociendo las dificultades en el diseño de EAC tradicionales para responder algunas de las cuestiones relativas a la prótesis dental, y posiblemente delimitar su propia jerarquía de niveles de evidencia para permitir la evaluación de la investigación protésica. Los programas de prótesis dental deben destacar la naturaleza de la investigación protésica en sus cursos basados en la evidencia, de forma que los clínicos puedan llegar mejor a una mayor evidencia empleando un abordaje deductivo. Existe necesidad de confirmar la fiabilidad, validez y sensibilidad de los instrumentos empleados para evaluar las mediciones resultantes, en particular las relativas a la satisfacción y calidad de vida del paciente.

# Aspectos dependientes del paciente

Regina Mericske-Stern, Prof Dr Med Dent

## Introducción

Diversas variables determinan la elección de la rehabilitación protésica mediante implantes, en particular los conocimientos y la destreza del clínico. Diversos autores han establecido los criterios relativos al paciente y a la prótesis respecto a las indicaciones y contraindicaciones para la colocación de implantes y la selección de pacientes. Existen controversias acerca de dichos criterios, y no hay una aceptación unánime en muchos aspectos.

El deseo de colocarse implantes que es expresado por el paciente constituye un sesgo la mayor parte de las ocasiones, puesto que el paciente solicitará los implantes en función de la información dada por el clínico, los medios, los amigos y colegas que se los han puesto. Los pacientes pedirán los implantes, y esto significa que quieren que sus dientes estén fijos de nuevo. El paciente puede no ser capaz de distinguir entre los deseos y las necesidades. También expresa la opinión de que los implantes pueden funcionar mejor que los dientes naturales, y que resolverán sus problemas dentales para siempre. Así, pacientes con distintas expectativas y estados de salud oral solicitarán implantes. Habitualmente, el paciente también considera que los implantes son una solución exclusiva, de alta tecnología y, por tanto, caros.

Las preocupaciones del paciente son:

- ¿Cuánto costará? ¿Puedo permitirme este tratamiento?
- ¿Cuál es la supervivencia de la terapia implantológica? ¿Durará para siempre?
- ¿Rechazará mi organismo los implantes? ¿Mantendrá el hueso los implantes?
- ¿Puedo llevar implantes? ¿Hay riesgos derivados de la cirugía?
- ¿No soy demasiado viejo para los implantes? ¿Estoy lo bastante sano?
- ¿Estaré cómodo? ¿Tendré buen aspecto?

Las preocupaciones de los pacientes se relacionan con la propia terapia de interés (es decir, la colocación de implantes), y particularmente con los resultados de dicho tratamiento. La clasificación de resultados en implantología se corresponde en gran medida con las categorías de intereses de los pacientes. De hecho, las preocupaciones de los pacientes pueden trasladarse a esta clasificación:

1. Longevidad/supervivencia de los implantes y las prótesis:
  - ¿Duran los implantes para siempre?
  - ¿Pueden mantenerse?
2. Impacto fisiológico; masticación, fuerzas de mordida; remodelado/remodelación del hueso:
  - ¿Puedo llevar implantes?
  - ¿Rechazará mi organismo los implantes?
  - ¿Cuál es la influencia de mi salud y la edad?
3. Impacto psicológico; satisfacción con las prótesis; autoestima y relaciones personales, estética:
  - ¿Será cómoda, me sentiré bien?
  - ¿Tendré buen aspecto?
4. Impacto económico; costes (directos/indirectos); servicio de mantenimiento:
  - ¿Serán accesibles los implantes para mí?

La mayor parte de la investigación se ha centrado en la lon-

gevidad y la supervivencia, y se ha prestado alguna atención al impacto psicológico, fisiológico y económico, en particular en

el caso del tratamiento del edentulismo total. Aún no existe una evidencia suficiente de que las prótesis sostenidas por implantes muestren un claro beneficio sobre las prótesis convencionales. Sin embargo, los estudios sobre los implantes infraforámenes en pacientes desdentados han demostrado que las sobredentaduras inferiores sostenidas por implantes funcionan mejor que las prótesis completas convencionales. La población diana fue, en un principio, la desdentada totalmente. Para este grupo no podía ofrecerse ninguna opción terapéutica, aparte de las diversas técnicas quirúrgicas que refuerzan los tejidos que sostienen las prótesis. Tenían que colocarse prótesis completas. Esto también puede explicar por qué hay más estudios disponibles en casos de edentulismo total.

En el contexto de la relación entre hospedador y tejido, las preocupaciones del paciente, traducidas en las resultantes 1 y 2, se relacionan directamente con el establecimiento y mantenimiento de la osteointegración. Las preocupaciones traducidas en los puntos 3 y 4 se relacionan de forma indirecta con el proceso de osteointegración.

## ¿Qué sabemos?

### **Supervivencia y longevidad (revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos no aleatorios con grupo control, estudios de cohortes y casos-control)**

Los datos sobre la supervivencia pueden ser conflictivos. Se identifican problemas respecto a la supervivencia, éxito y fracasos. Diversos autores han definido en distintos momentos varios parámetros para monitorizar los implantes y los criterios para evaluar el éxito o fracaso a corto y largo plazo de los implantes. Muchos autores emplean de forma errónea los términos de supervivencia y éxito, intercambiándolos.

Si se emplea el abordaje de la mejor evidencia, encontramos que la mayor parte de estudios de prótesis fija en un maxilar desdentado son del tipo de casos-control, retrospectivo de cohortes y de revisión. Con frecuencia no se ha aplicado el análisis de tablas de vida, y no se han considerado los efectos de acumulación. Existe un metaanálisis sobre el edentulismo parcial. No existen análisis comparables para el edentulismo total. Hay una revisión sistemática sobre las sustituciones unitarias".

Los implantes pueden mantenerse con una alta tasa de supervivencia en pacientes parcial y totalmente desdentados con distintas concepciones de tratamiento protésico, es decir, fija o removible. Los implantes también pueden conectarse con los dientes con un buen pronóstico. La tasa de supervivencia de los implantes superiores es menor, en particular junto con las sobredentaduras colocadas en el maxilar desdentado o en hueso injertado, mientras que las sobredentaduras inferiores parecen mostrar una alta tasa de supervivencia.

### **Impacto fisiológico (estudio experimental en animales, visión panorámica<sup>11-15</sup>)**

Los estudios experimentales en animales permiten la evaluación histológica del hueso periimplantario en situaciones con y sin carga. La monitorización radiológica y las mediciones de los niveles de hueso cresta periimplantario, así como de las fuerzas masticatorias de carga en condiciones clínicas, son un sustituto para identificar el rendimiento del hueso.

Con respecto a los intereses del paciente, se concretan los siguientes puntos (en un sentido amplio, relativos a la estabilidad de los implantes y a la etiopatogénesis de los fracasos bajo ciertos estados del paciente):

- Problemas sistémicos y osteointegración; impacto de las medicaciones.
- Edad; calidad y cantidad de hueso, en particular el efecto de la osteoporosis.
- Salud de los tejidos periimplantarios e higiene oral.
- Mantenimiento de la osteointegración bajo condiciones de carga.

Además de los estudios experimentales con animales y las revisiones, los estudios de casos-control y las presentaciones de casos son el tipo más frecuente de publicación, en las que se presentan aspectos especiales de las enfermedades sistémicas.

La definición de fracaso biológico es poco adecuada para establecer o mantener la osteointegración. La infección y la sobrecarga se identifican como los dos factores etiológicos principales para la pérdida de los implantes. Una reducción en la capacidad de soporte del hueso para establecer o mantener la osteointegración podría estar influida por ciertas enfermedades sistémicas y locales (efectos farmacológicos y colaterales de la terapia). La rotura y la pérdida de la osteointegración parecen ser más probables bajo la influencia de la terapia médica para la osteoporosis, quimioterapia, ingesta de corticoides y radioterapia. También se discuten las enfermedades raras (p. ej., la displasia ectodérmica, esclerodermia, síndrome de Sjogren). pero sólo existen presentaciones de casos.

Ya no se considera que la edad avanzada y la osteoporosis sean contraindicaciones absolutas para la colocación de implantes, y muchos artículos demuestran que los implantes funcionan bien en los pacientes ancianos. Incluso se sugiere que los implantes en un maxilar desdentado mantendrán el hueso y frenarán la atrofia. Se discute la especificidad de arcada y localización con respecto a los cambios en los niveles de cresta ósea.

Se encuentra una pérdida de hueso de la cresta bajo condiciones experimentales con acumulación de placa inducida por ligadura. La cuestión es si el tejido periimplantario es una entidad comparable con los tejidos periodontales. En la actualidad existe una tendencia a negar el hecho de que los tejidos periimplantarios y periodontales se comporten de forma similar en lo relativo a las reacciones inflamatorias y la infección microbiana. Los investigadores tienden a revisar la opinión acerca de la etiología bacteriana como el aspecto más importante de la pérdida de implantes.

Mientras que la carga axial bajo condiciones «normales» potencia el modelado y remodelación del hueso, la carga extraaxial puede conducir a la rotura de la relación hueso-implante, con la consiguiente movilidad. Esta manifestación de «sobrecarga» puede interpretarse como una pérdida «asáptica» de la osteointegración.

### ***Impacto psicológico, satisfacción, expectativas, necesidades (ensayos aleatorios con grupo control. estudios cruzados y de coñones=)***

En este campo de investigación clínica, los ensayos aleatorios con grupo control se encuentran con mayor frecuencia porque este diseño de estudio es factible, no tiene un impacto desfavorable y es ético.

La satisfacción y las quejas relativas a la prótesis se han investigado en varios estudios empleando cuestionarios, escalas ana lógicas visuales sencillas, preguntas sencillas o formularios complejos para el análisis de la calidad de vida. También se incluían la autoestima, la estética y la imagen corporal. En muchos estudios no existieron controles, mientras que en otros, tenían grupos aleatorios, también con diseño cruzado, para comparar la satisfacción con

distintos conceptos terapéuticos. Algunos estudios se han centrado en comparaciones de las sobredentaduras sostenidas por implantes y las prótesis completas+. A partir de los diferentes estudios, puede concluirse que las principales quejas de los pacientes se refieren a las prótesis completas convencionales, en particular las inferiores. Muchos estudios indican que los pacientes experimentan una mejoría significativa no sólo en su función, sino también en la imagen corporal global tras la colocación de implantes. Las puntuaciones de satisfacción son, en general, altas tras el tratamiento implantológico (mandíbula y maxilar desdentados! independientemente del tipo de prótesis (fija o sobredentadura) y del tipo de conexión entre sobredentadura e implantes. Estos estudios contradicen en parte la creencia de que los pacientes prefieren las prótesis fijas.

### ***Coste (inicial, secundario, directo, indirecto), mantenimiento (estudios de cohortes y de casoscontrol<sup>19,22</sup>)***

Las mediciones comparativas de los costes directos son difíciles de realizar, y pueden obtenerse resultados fiables sólo dentro de un sistema sanitario y política estatal de acceso a la medicina y la odontología.

La medición de los costes indirectos (es decir, mantenimiento, complicaciones y reparaciones! se han realizado en diversos estudios, de nuevo en su mayor parte junto a concepciones terapéuticas del edentulismo total. Las desventajas de estos estudios son que los grupos control con prótesis convencionales se pierden en su mayor parte. Debido a la falta de metodologías uniformes no pueden extraerse conclusiones comparativas de los distintos estudios. El principal problema es la falta de definición del servicio y la reparación. Un servicio normal que se ofrezca de forma regular en el programa de mantenimiento puede ser excesivo y debe definirse entonces como una complicación. La diferenciación entre servicio normal y reparación también es cuantitativa. Se han realizado diversos intentos para establecer categorías de mantenimiento y reparación. Una de las propuestas ha sido calcular el tiempo requerido para el servicio de mantenimiento como medida del coste indirecto". Los costes de mantenimiento y reparación de las prótesis sostenidas por implantes pueden ser considerables. Las complicaciones parecen ser más frecuentes en el primer año después del tratamiento que en los años posteriores (¿efecto del aprendizaje?!, pero no se dispone de resultados a largo plazo. Parece que las prótesis fijas y removibles se comportan de forma diferente con respecto a las complicaciones y reparaciones. A pesar de las complicaciones, la mayoría de los pacientes elegirían de nuevo la terapia implantológica.

### ***¿Qué no sabemos?***

- ¿Cuáles son los patrones de desarrollo de los fracasos implantarios bajo condiciones clínicas normales en humanos?
- ¿Cuál es el impacto de una buena o mala higiene oral?
- ¿Cuáles son los resultados terapéuticos a largo plazo para muchos tratamientos específicos (p. ej., los injertos óseos, el manejo de los tejidos blandos)?
- ¿Debemos considerar la pérdida de hueso crestal desde la perspectiva de la historia natural del comportamiento óseo?

- ¿Qué enfermedades sistémicas influirán de forma negativa sobre la supervivencia de los implantes, y cuál es el proceso fisiopatológico?
- ¿Qué es sobrecarga? y ¿puede medirse?
- ¿En qué estado concreto actúa la carga como sobrecarga en un solo individuo, y cómo podemos medir y diagnosticarlo?
- ¿Cuál es el proceso fisiológico/fisiopatológico de modelado/remodelación del hueso que lleva a la estabilización o la pérdida de osteointegración (pérdida aséptica de los implantes)?
- ¿Perderán más implantes los pacientes con antecedentes de periodontitis?
- ¿Deberían mantener dichos pacientes algunos dientes junto con los implantes, o debe sugerirse un tratamiento más radical?

### ¿Qué estrategias de investigación se necesitan?

Los estudios experimentales son necesarios para mantener, mejorar y corregir nuestros conocimientos sobre el proceso y mantenimiento de la osteointegración y la integración de los tejidos blandos.

Se requieren más estudios en un entorno clínico adecuado para establecer la efectividad. Los ensayos clínicos aleatorios con grupo control pueden proporcionar la mejor evidencia, pero con frecuencia no son la mejor forma de investigar ciertos problemas y responder cuestiones, o pueden ser poco éticos. En los ensayos clínicos aleatorios, muchos parámetros que pueden influir en el resultado terapéutico de una modalidad específica de tratamiento pueden no ser controlados.

Los artículos de casos-control y de presentación de casos tienen su lugar en la investigación clínica. Concretamente en lo relativo a las enfermedades sistémicas, medicaciones y efectos colaterales de las terapias médicas es importante que los datos individuales de los pacientes con fracasos implantarios sean registrados y recogidos de forma cuidadosa. Los cambios en el estado general de salud deben ser actualizados de forma regular. Esto dará lugar a estudios de casos-control. Aunque este diseño experimental presenta una menor evidencia, puede ser la mejor forma, si no la única, de investigar el problema. Debe sugerirse con fuerza la cooperación en estudios multicéntricos bien organizados y con grupo control.

Es necesaria la validación de las concepciones terapéuticas con implantes y la comparación con las concepciones convencionales sin implantes. Se trata de estudios de efectividad, de naturaleza prospectiva, en ensayos no aleatorios con grupo control. En este contexto, una cuestión importante es el tratamiento y mantenimiento de los dientes afectados periodontalmente en comparación con la extracción y la colocación de implantes. Es necesario que los pacientes y clínicos conozcan la seguridad y

predecibilidad de ambos procedimientos; se requieren parámetros para el proceso de toma de decisiones. Los estudios de cohortes bien controlados deben comparar estas dos estrategias terapéuticas y demostrar en qué medida puede suceder un cambio de paradigma. Sin embargo, los estudios prospectivos pueden ser poco éticos, y las revisiones retrospectivas podrían ser útiles.

En el contexto de la odontología basada en la evidencia, las estrategias para una mejor aplicación de los conocimientos en la práctica clínica son prioritarias y deben desarrollarse. Tenemos que llevarlas a cabo mediante dos formas: 1) transferencia del conocimiento a la práctica clínica y al tratamiento de pacientes, y 2) integración del conocimiento «empírico» desde los profesionales clínicos al ámbito académico.

### ¿Qué es necesario destacar en los programas educativos?

#### Objetivos: formación clínica

El estudiante debe aprender a:

- Integrar los implantes en la planificación terapéutica cuando realice un aprendizaje basado en problemas.
- Identificar el beneficio real para el paciente respecto al impacto fisiológico y psicológico, y el coste de la terapia implantológica.
- Llevar a cabo una entrevista con el paciente para mejorar su comprensión de los valores del mismo.
- Realizar una exploración clínica, teniendo en cuenta el estado sistémico concreto (evaluación del riesgo).
- Realizar una estimación de costes.
- Llevar a la práctica la aplicación clínica de los implantes (cirugía, prótesis) en casos seleccionados.

#### Objetivos: teoría

El estudiante debe adquirir conocimientos sobre:

- Teoría de la osteointegración e integración en los tejidos blandos.
- Metodología de la planificación terapéutica: diagnóstico (extraoral/intraoral, radiografías), montaje de modelos y predicción dentaria.
- Conocimientos de las diferentes modalidades y concepciones de tratamiento protésico ante un edentulismo parcial y completo.
- Aspectos biológicos y biomecánicos de la terapia implantológica.

## Aspectos dependientes del dentista

*Ignace Naert, DOS, PhD*

### Introducción

Tras la colocación de los implantes, la respuesta del hueso y del tejido blando es controlada por factores de la cicatrización de heridas, la biomecánica y el metabolismo mineral. Como consecuencia de esta respuesta tisular, tanto el proceso de cicatrización como el mantenimiento de los implantes

puede estar influido por diversos factores como la dieta, el empleo de fármacos y el tabaco, la edad, así como las enfermedades sistémicas y orales'. El objetivo de esta aportación es definir los conocimientos actuales sobre la selección de pacientes que necesitan implantes orales, así como las estrategias de manejo que hay disponibles una vez que fracasan los implantes.

## Selección de pacientes

### ¿Qué sabemos?

Tal como ha sido aclarado por diversos autores, los implantes endoóseos pueden ser preferibles a las prótesis convencionales en pacientes con compromiso del soporte óseo (reabsorción grave y reconstrucción de los maxilares<sup>3,4</sup>) o de la mucosa (p. ej., líquen plano oral, estomatitis aftosa, pénfigo vulgar, penfigoide cicatricial, lupus eritematoso, esclerodermia, alergia a los plásticos de uso dental, período posterior a la radioterapia de cabeza y cuello). Los pacientes que sufren de xerostomía, reflejo del vómito importante originado por una prótesis removible, alta susceptibilidad a la candidiasis (p. ej., ante la terapia inmunosupresora, VIH, anemia), enfermedades que afectan a la función motora orofacial (p. ej., la enfermedad de Parkinson), o una incapacidad psicológica para llevar prótesis removibles, también las superan mejor con prótesis sostenidas por implantes. Además, los pacientes que demandan una mayor comodidad en la masticación, fonética, así como confianza y autoestima, o aquéllos que han perdido uno o más dientes adyacentes a otros dientes sanos íntegros son los mejores candidatos para implantes.

Por el contrario, las prótesis convencionales o parciales fijas sobre los dientes pueden ser preferibles a los implantes dentales endoóseos en las siguientes situaciones:

- o Enfermedades sistémicas graves (p. ej., bronquitis grave o enfisema, anemia grave, diabetes sin control+ hipertensión, cirrosis, nefritis, riesgo de hemorragia grave, enfermedad maligna).
- o Riesgo de carcinoma oral (p. ej., fumar o mascar tabaco, abuso del alcohol, lesiones orales premalignas como la queratitis actínica, la candidiasis crónica hiperplásica, la fibrosis submucosa, el lupus eritematoso discoide, el líquen plano oral, la leucoplasia vellosa, la disqueratosis congénita y la displasia epitelial).
- o Riesgo de anafilaxia (alergia al titanio<sup>10,11</sup>).  
Demanda de estética. Riesgo de endocarditis.
- o Riesgo de infarto de miocardio.
- o Riesgo de osteorradionecrosis.
- o Riesgo de compromiso en la cicatrización (p. ej., hábito de fumar, diabetes, VIH, terapia inmunosupresora).
- o Pacientes que toman medicación sistémica (p. ej., quimioterapia citotóxica, corticoides, anticoagulantes, ciclosporina, antiépilépticos, bloqueadores de canales).
- o Pacientes con anorexia o bulimia.
- o Pacientes en crecimiento y embarazadas.
- o Pacientes con un miedo importante a la cirugía.
- Todos los pacientes que sufren de enfermedades psiquiátricas graves y abuso del alcohol o drogas.

Los pacientes con demandas poco realistas deben ser aconsejados con el fin de que comprendan mejor sus necesidades reales antes de que se pauté la terapia implantológica. El hábito de fumar, la escasa calidad del hueso, el maxilar atrófico, la preirradiación y los procedimientos previos a la irradiación y de injerto óseo del maxilar atrófico, así como la terapia posterior a la irradiación han de considerarse de riesgo elevado para el fracaso implantario. Los procedimientos de injerto óseo y regeneración del hueso son prometedores para la rehabilitación del maxilar desdentado. Sin embargo, los estudios que penetran en la evaluación basada en el paciente de la terapia implantológica

proporcionan poca evidencia científica de un beneficio sustancialmente mayor de los implantes para los pacientes desdentados en comparación con los tratamientos alternativos.

Oikarinen y cols." han demostrado que, en población de 55 años de edad de una ciudad finlandesa de tamaño medio, los problemas cardíacos y la hipertensión arterial, seguidos por las enfermedades pulmonares y la diabetes, eran las contraindicaciones relativas encontradas más comúnmente para la terapia implantológica. Según el estudio de radiografías panorámicas, era posible colocar implantes en el 38 y el 50% de los maxilares y mandíbulas parcialmente desdentados, respectivamente, mientras que en las arcadas totalmente desdentadas los porcentajes correspondientes eran del 55 y el 61%. Tal como sugieren Schmitt y Zarb", son necesarias opciones terapéuticas menos invasivas, menos caras, menos complejas e igualmente efectivas, como la sobredentadura sostenida por implantes, para el paciente desdentado con mala adaptación.

La Sociedad Americana de Anestesiología (ASA) ha definido una escala de seis puntos sobre el estado físico:

P1: paciente normal, sano.

P2: paciente con enfermedad sistémica leve, sin limitación funcional, por ejemplo, un paciente con una enfermedad significativa que presenta un buen control diario (p. ej., hipertensión bajo control, enfermedad pulmonar obstructiva crónica leve, antidiabéticos orales, estabilización con digoxina de la fibrilación auricular)

- o P3: paciente con enfermedad sistémica grave, con limitaciones funcionales concretas, es decir, un paciente que está bastante preocupado con sus problemas de salud de forma rutinaria (p. ej., un diabético tratado con insulina, enfermedad pulmonar obstructiva crónica con escasa tolerancia al ejercicio, hipertensión arterial a pesar de tomar dos o tres fármacos antihipertensivos).
- o P4: paciente con enfermedad sistémica grave que representa una amenaza constante para la vida.
- o P5: paciente moribundo que no se espera que sobreviva más de 24 horas.
- o P6: paciente declarado en muerte cerebral, cuyos órganos se están retirando para donación.

El ASA restringe los implantes intraóseos y las cirugías relativas a los implantes a los pacientes P1 o P2. Los implantes dentales endoóseos pueden considerarse en algunos pacientes P3 tras una evaluación adicional de los mismos.

### ¿Qué *no* sabemos, y qué estrategias de investigación se requieren?

- o ¿Realmente existe una restricción de los pacientes con las enfermedades generales mencionadas a los implantes orales? ¿Cuál debería ser nuestra actitud?
- o ¿Tienen restricción a los implantes orales los pacientes que sufren de cáncer oral cuando su pronóstico es malo a corto plazo?
- o ¿Cómo puede mejorarse el éxito en los casos de un maxilar con una reabsorción grave?
- o ¿Tenemos suficientes conocimientos sobre el momento para el uso de implantes en niños y adolescentes, en lo relativo al resultado con el tiempo?
- o ¿Existe un consenso internacional acerca del momento en que colocar los implantes en la arcada irradiada? ¿Cuál es el resultado a corto, medio y largo plazo en el hueso irradiado?
- o ¿Tenemos ensayos aleatorios con grupo control para responder a la pregunta de si injerto + implantes + prótesis completa fija frente a implantes + sobredentadura sin injerto en las arcadas con reabsorción?
- o ¿Deben determinar el empleo de implantes los cirujanos o el protesista?

Existe falta de una documentación apropiada con respecto a la gran mayoría de diseños de implantes orales empleados en la actualidad, la influencia de distintos factores y sus resultados a largo plazo". Respecto a la influencia de las condiciones del hueso alveolar y los implantes, es necesario que la investigación busque el establecimiento de mediciones fiables y válidas del estado preoperatorio del hueso alveolar.

### **¿ Qué es necesario destacar en los programas educativos?**

Debe prestarse más atención a la selección de los pacientes que son candidatos a la implantología dental, y debe admitirse la información relativa a la carencia de evidencia en una gran cantidad de circunstancias. Lo anterior no significa que no deba hacerse nada por nuestros pacientes hasta que se haya conseguido la evidencia. Sin embargo, el profesional a quien se ofrece la formación debería aprender de lo que se enseña no siempre está realmente demostrado, sino que es más bien una opinión en muchos casos. A medida que el educador es consciente de esto, nada está mal.

## **Manejo de problemas**

### **¿Qué sabemos?**

Las complicaciones clínicas de los implantes orales se han documentado bien. Goodacre y Kan<sup>20</sup> han encontrado que fracasan más implantes en las arcadas desdentadas en el maxilar en comparación con la mandíbula, si bien no se ha observado ninguna diferencia en las arcadas parcialmente desdentadas. Los implantes cortos y el mal estado del hueso aumentan las tasas de fracaso. Entre las complicaciones quirúrgicas están las alteraciones neurosensoriales, hematoma, fractura mandibular, hemorragia y pérdida de la vitalidad dentaria. Se ha identificado una pérdida del hueso marginal, tanto inicial como a largo plazo, así como complicaciones en los tejidos blandos periimplantarios. Entre las complicaciones mecánicas se incluyen el aflojamiento o fractura del tornillo, la fractura del implante, la fractura de la estructura, la base de resina o del material de revestimiento, la fractura de la prótesis antagonista y problemas de retención de la sobredentadura, así como complicaciones estéticas y fonéticas.

Sin embargo, la información sobre el manejo de problemas de las dificultades poco juiciosas, llevadas a cabo de forma incorrecta o imprevistas al colocar los implantes se encuentra dispersa en las revisiones bibliográficas internacionales. Uno de los mayores problemas encontrados en la terapia implantológica es el paciente con implantes bien

osteointegrados que permanece insatisfecho. La mayor parte de los problemas se relacionan con la estética, fonética, cuestiones económicas, o una combinación de todas ellas. El caso extremo de fracaso es el del paciente cuyos implantes deben retirarse por motivos psiquiátricos.

Las soluciones para implantes con problemas o ya fracasados por falta de volumen óseo han sido bien descritas en la bibliografía. Las soluciones quirúrgicas para la altura insuficiente del hueso entre la cresta alveolar y el seno maxilar, o el suelo de la nariz y el conducto dentario inferior, son: injerto o levantamiento de seno, división vertical de las paredes de la cortical (sándwich) e injerto de recubrimiento<sup>22,23</sup>. Además, el paquete neurovascular de la mandíbula puede ser recolocado con el fin de permitir la colocación del implante. Se han formulado soluciones como la retirada del implante para corregir implantes mal alineados. Esta opción puede ser complicada y exigir demasiado del paciente.

### **¿ Qué no sabemos, y qué estrategias de investigación son necesarias?**

Es prioritaria una descripción mejor y más sistemática del manejo de problemas. En la actualidad, una parte excesiva de la bibliografía se centra en el éxito, nuevas técnicas (quirúrgicas y protésicas), e incluso en la descripción de problemas, pero existe una carencia real de información acerca de cómo solucionar los problemas cuando éstos se presentan. De hecho, los estudios que comparan el resultado de la terapia una vez que se ha solucionado el problema son inexistentes.

- Aunque la bibliografía presenta información considerable sobre complicaciones de los implantes, las variaciones en el diseño de los estudios y en los procedimientos de descripción limitan los datos disponibles y, por ello, impiden un análisis adecuado de ciertas complicaciones.
- La variación extrema en la prevalencia descrita de alteraciones neurosensoriales (0 al 100%) sugiere que no se han evaluado correctamente estos problemas.
- Aún se carece de datos sobre los patrones espaciales y temporales de recuperación de la sensación táctil, tacto fino, nocicepción y la sensación de temperatura tras la cirugía implantológica, y debe identificarse a través de estudios prospectivos mediante protocolos de examen validados y mediciones de resultados.
- ¿Cómo pueden evitarse o mejorarse problemas como la estética, fonética o la falta de aceptación debidos a motivos psiquiátricos?

### **¿Qué es necesario destacar en los programas formativos?**

Deben centrarse los esfuerzos más en evitar elecciones con poco juicio que en rectificar cuando ya se han producido. Lo último es, en el mejor de los casos, un sucedáneo de la propuesta de planificación y puede conducir a un fracaso más rápido.

## **Cantidad y calidad ósea: ¿Son predictores relevantes de los resultados de los implantes?**

*Clark M. Stanford, DOS, Pho*

### **Introducción**

En relación con el resultado de los implantes, la calidad y cantidad del hueso se evalúan en dos períodos durante el tratamiento de los pacientes. El primer período es la evaluación diagnóstica inicial durante la planificación terapéutica. Con el

fin de ayudar a las zonas deficientes en la calidad y cantidad de hueso, se emplean diversos medios de aumento de forma previa o simultánea a la colocación de implantes. El segundo período es durante la fase reactiva (modelado/remodelación) que se presenta después de que un implante se coloque bajo función.

La implantología dental ha sido testigo de una expansión significativa en las aplicaciones, tecnologías y metodologías. Diversos esquemas de clasificación han sido propuestos con el fin de organizar las localizaciones óseas en función de su cantidad y calidad relativa de hueso. Con frecuencia, estos criterios se basan en criterios anatómicos prototípicos, desarrollados para el tratamiento del paciente desdentado. Puesto que la mayor parte de los implantes se emplean para restaurar casos de edentulismo parcial o de ausencias aisladas, un determinante claro a la hora de tener en cuenta la calidad y la cantidad es dónde se necesita que esté el implante desde un punto de vista biomecánico y estético. Además, una cuestión presente en la toma de decisiones políticas, evaluación de ensayos clínicos y en la práctica diaria de la implantología está definiendo las mediciones apropiadas de los resultados. ¿El hueso insuficiente es realmente una complicación para la colocación adecuada de un implante con fines restauradores, o es simplemente una cuestión de precaución? En otras palabras, incluso si existiera una calidad y cantidad adecuada de hueso, pero no en la posición correcta, aún existiría una limitación a tener en cuenta<sup>1</sup>. Lo que determina el «demasiado poco hueso» no puede responderse sin considerar la cuestión de que no tenemos medidas para definir o evaluar la solución.

## Supervivencia del implante

### ¿Qué sabemos?

La supervivencia del implante depende del volumen y la calidad del hueso en la región anatómica donde se ha colocado. Los abordajes de clasificación de la calidad y cantidad de hueso son bastos y relativamente poco informativos para predecir cuándo, dónde y en qué punto del proceso se va a perder (o se ha perdido) la integración de un implante dental. El volumen y calidad del hueso pueden ser adecuados para la integración, pero poco adecuados para la estabilidad biomecánica de la prótesis. De este modo, pueden ser necesarios procedimientos de aumento para determinar una prótesis restauradora estable.

Las estrategias para evaluar preoperatoriamente la calidad y la cantidad de hueso se han asentado sobre criterios clínicos generalizados (evaluaciones clínicas ordinales), técnicas radiográficas y de imagen, así como la evaluación quirúrgica en el momento de la osteotomía. Esto conduce a la cuestión de la verdadera correlación predictiva (precisión significativa) de estos abordajes respecto a la supervivencia del implante (en este caso concreto definido según los criterios de Lekholm y Zarb-) después de un período definido de función.

### ¿Qué estrategias de investigación se necesitan?

Es necesario el acuerdo sobre mediciones de resultantes que sean uniformes, independientes del sistema de implantes y orientadas al paciente. Es necesario que los programas informativos definan la importancia y el proceso de originar medidas de resultados clínicas, biológicas y mecánicas. Deben desarrollarse sistemas de clasificación cuantitativos y predictivos respecto a la calidad y cantidad de hueso que se relacionen con los resultados de los implantes. Se requiere que éstos sean validados en ensayos clínicos diseñados de forma apropiada y con enmascaramiento.

El empleo de técnicas radiográficas digitales cuantitativas y de imagen avanzadas (p. ej., micro-TC, ultrasonido, imagen acústica) para la planificación preoperatoria debe extenderse.

También necesitamos incorporar el conocimiento emergente de los factores de riesgo genómicos que puedan ayudar en el diagnóstico preoperatorio y en el pronóstico de los resultados. Son necesarios programas formativos en estas áreas.

## Aumento de hueso

### ¿Qué sabemos?

Se han propuesto numerosas estrategias para el aumento óseo en zonas localizadas, pero sólo unas pocas se acercan al nivel de apoyo basado en la evidencia<sup>1</sup>. Parte del motivo de múltiples técnicas, materiales donantes, etc., ha sido la morbilidad asociada con la localización donante, costes, la falta de toma de decisiones basadas en la evidencia para el material de aumento, y la falta de parámetros sobre los que determinar una «tasa de supervivencia» (apoyo suficiente). En parte, esto se debe a una bibliografía llena de técnicas y presentaciones pero escasa en ensayos con grupo control en los que se trate la misma situación clínica con o sin terapia de implantes de forma verdaderamente aleatoria (diseño de equivalencia).

### ¿Qué estrategias de investigación se necesitan?

Se requieren ensayos clínicos prospectivos de comparación, con un buen grupo control, para los procedimientos de aumento de hueso que utilicen un panel de mediciones relevantes de resultados. Estas mediciones resultantes deben incluir la integración del injerto, la evaluación de la estabilidad del volumen, los cambios longitudinales en la compactación y osificación, así como la tasa de supervivencia en estas localizaciones aumentadas.

## Respuesta ósea a la carga

### ¿Qué sabemos?

Las estrategias para definir en el postoperatorio la respuesta del hueso a la función clínica han sido extraordinariamente limitadas, en parte debido al «éxito» funcional que se ha asumido para los implantes. Esto ha llevado, en parte, a una deriva en la bibliografía desde las definiciones de «éxito» hasta aquella de la «supervivencia» asumida (en la que la supervivencia se considera un sustituto apropiado para el éxito). lo cual ha abierto un debate acerca del valor predictivo relativo de las mediciones convencionales de los resultados periodontales (p. ej., inserción clínica, profundidad de sondaje). Debido al escaso valor-predictivo de los índices periodontales convencionales, se han desarrollado abordajes mecánicos para evaluar el comportamiento amortiguador del impacto o la rigidez del hueso circundante como medio para medir las respuestas biológicas a la carga. Estos abordajes parecen prometedores, pero necesitan ser evaluados frente a patrones de referencia histológicos (si es posible) con el fin de determinar la validez de las mediciones de los resultados<sup>1</sup>.

### ¿Qué estrategias de investigación son necesarias?

Se requiere el desarrollo continuo de mediciones finales ligadas a técnicas de medida con suficiente resolución (rango dinámico) con el fin de medir los cambios dependientes de la carga en las regiones de relación de hueso cortical y esponjoso. También se necesita el desarrollo continuo de marcadores biológicos fáciles de usar para predecir respuestas biológicas a la carga. En-

tre ellos deberían incluirse pruebas genéticas (p. ej., factores de riesgo genético para la baja densidad ósea). mediadores inflamatorios y huella genética de ADN microbiano. La aplicación clínica de cualquier posible técnica de medida debe unirse a un cociente de probabilidad bayesiano (para más información, v. <http://www.bayesian.org/>) con el fin de documentar un valor predictivo positivo y realista para su desarrollo en relación con los costes y riesgos para el paciente. Los programas formativos deben estudiar y presentar correlaciones entre los índices periodontales convencionales y los resultados de los implantes (en especial, respuestas del hueso a la carga).

## Conclusiones

La evaluación de la calidad y cantidad de hueso ha sido un área fértil de opinión y especulación, con escaso o ningún apoyo en niveles de evidencia reconocido en la práctica moderna. En la preparación de esta revisión, se consultaron una serie de bases de datos, incluida la base Cochran, DVID/MEDLINE y Current Contents. En todas ellas se revisaron 6.816 referencias (desde 1966 hasta la actualidad) mediante un juego de filtros concretos basados en la evidencia, con el fin de definir y ordenar el nivel de evidencia que respalda cada concepción o técnica.

## Diseño del implante y factores superficiales *Ann*

*Wennerberg, LOS, Med Or/PhO*

### Introducción

Diversos estudios clínicos han demostrado las ventajas de un diseño con forma de tornillo en comparación con los implantes con forma cilíndrica o de hoja. De este modo, con respecto al diseño, ya existe un acuerdo general sobre la ventaja del diseño roscado. Sin embargo, se sabe poco acerca de la altura óptima del paso de rosca, diámetro del cuerpo, implantes cónicos y distribución de la rosca (tabla 1 I. Se requieren estudios clínicos con grupo control empleando implantes con diferentes diseños y características superficiales idénticas.

Los factores superficiales que pueden influir en una respuesta biológica se relacionan con las propiedades físicas, mecánicas, químicas y topográficas de los implantes. En concreto, las dos últimas que han conseguido una especial atención durante la última década.

### Estudios in vitro

#### ¿Qué sabemos?

Varios artículos han descrito unos niveles significativamente mayores de adhesión celular de los osteoblastos o de células parecidas a los osteoblastos sobre superficies rugosas irregulares (superficie isotrópica que sobre superficies más lisas con una estructura orientada [superficie ansiotrópica]). También se ha descrito que la rugosidad de la superficie influye en la diferenciación celular y en la calcificación. Se ha encontrado una mayor capacidad de mineralización y una síntesis mayor de colágeno en las células cultivadas sobre superficies rugosas. Se ha hallado que las superficies rugosas atraen más macrófagos y células gigantes de cuerpo extraño que las superficies lisas, y que la reabsorción ósea originada por la actividad de los macrófagos está influida por la topografía de superficie y el nivel de energía superficial. La orientación de las irregularidades superficiales puede dirigir la migración de los fibroblastos y las células epiteliales.

#### ¿Qué no sabemos?

El efecto de las denominadas superficies bioactivas se desconoce en gran medida. Se ha discutido que el plasma rico en plaquetas y el recubrimiento de fibrinógeno tienen el potencial de acelerar el proceso de cicatrización del hueso. Si esto es cierto, puede ser interesante crear topografías superficiales que puedan

almacenar diferentes sustancias y las liberen lentamente.

Pueden utilizarse los estudios de cultivos celulares para hallar cómo las células formadoras de hueso son influidas por diferentes propiedades de la superficie de una forma muy controlada. Sin embargo, no está clara la relevancia del cultivo celular para la situación in vivo, ni tampoco clínica. Incluso aunque se sepa que la rugosidad superficial influye sobre el comportamiento celular, aún no se sabe si es la altura o las desviaciones del contorno las que desencadenan la respuesta tisular.

#### ¿Qué estrategias de investigación se necesitan?

Originar superficies óptimas para la retención de sustancias bioactivas sería un aspecto adecuado para estudios in vitro en el futuro. Los estudios in vitro bien diseñados deben ser apropiados para investigar el efecto sobre la proliferación celular y la diferenciación con respecto a la altura de la superficie y variaciones en la silueta.

### Estudios in vivo

#### ¿Qué sabemos?

Las superficies rugosas se integran más rápido y más firmemente que las pulidas o torneadas en espiras/torneadas serradas en el hueso animal y humano bajo condiciones experimentales, principalmente en situaciones sin carga. Existen evidencias de que una superficie puede ser demasiado rugosa. Los métodos empleados para alterar la topografía superficial también cambiarán la química de la superficie. Se ha descrito una influencia positiva del tratamiento de la superficie con fluoruro y calcio. Del mismo modo, se han publicado artículos que demuestran una respuesta más fuerte en el caso de implantes oxidados en cuanto a integración ósea.

#### ¿Qué no sabemos?

¿Qué nivel de rugosidad, en nm o  $\mu\text{m}$ , es más importante? La importancia de la rugosidad en nm se desconoce en gran medida, principalmente por la carencia de métodos apropiados de evaluación. ¿Puede ser rugosa una superficie? Las investigaciones relativas a la corrosión y la estabilidad no han proporcionado una explicación adecuada. Existe información acerca de que la rugosidad es más importante que la ondulación; sin embargo, es necesario investigar la influencia de la orientación de la superficie, las diferencias de altura y espaciales, y la distri-

**Tabla 1** Influencia de la topografía/química de la superficie sobre la potenciación de la integración ósea

Origen		do	
Estudios in vitro Brunette ' "	Buser y COLS."	R	Humano, implantes de Ti con forma roscada
	Palmer y COLS."	P	Humano, implantes de Ti con forma roscada
Bowers y cols."	Modificaciones superficiales	T	Conclusiones
Martin y cols."	Surcos de diferentes formas alineados vertical y horizontalmente	Chorreado con TiO <sub>2</sub> Especies	La topografía superficial tiene el potencial de seleccionar ciertas poblaciones celulares y modificar su función
Nygren y cols."	Pulido, grabado y chorreado con arena		Niveles significativamente mayores de adhesión celular a las superficies chorreadas
Knabe y cols.!	Ti, electropulido, chorreado con arena, RPT	Ti, fibrinoplastos, células epiteliales	La rugosidad influye en la proliferación y diferenciación de los osteoblastos, así como en la producción de matriz, y puede influir en la expresión del fenotipo
Estudios in vivo Wennerberg"		Superficies de Ti, células de tipo osteoblasto	Las proteínas adsorbidas sobre la superficie de Ti pueden regular las células adherentes
Vercaigne y cols.?	Oxidado	Discos de Ti, células humanas de tipo osteoblasto	La HA retrasa el patrón de crecimiento, debido posiblemente a la alta liberación de ion fosfato
Buser y cols."	HA, RPT, «mecanizado»		
Lazzara y cols.?	Chorreado, torneado	Ti, sangre capilar	Hay una topografía superficial óptima; las superficies chorreadas se fijaron mejor que las torneadas
	Recubrimiento de HA, RPT, «como mecanizado»	Discos de Ti, células de la médula ósea de ratas	La composición química influye de forma positiva en la cantidad de hueso en contacto con la superficie implantaria
Gotfredsen y cols.?' RPT		Conejo, implantes de Ti con forma roscada	Los RPT y el chorreado + grabado ácido presentan más torsión para la extracción que el «mecanizado»
	Chorreado + grabado ácido, RPT, «mecanizado»	Cabra, implantes de Ti con forma roscada	El grabado es mejor que el torneado
	Grabado ácido, torneado	Cerdo miniatura, implantes de Ti con forma roscada	Correlación positiva entre la rugosidad de la superficie y la torsión máxima para la extracción (RPT presenta los valores más altos)
Estudios clínicos > 5 años		Humano, implantes de Ti con forma roscada	El chorreado es mejor que el torneado
fabricantes, distintas propiedades de los diseños de superficies	Eckert y COLS." Seis	Conejo, implantes de Ti con forma roscada	Los oxidados tienen mejor osteoconductividad que los torneados
Block y COLS."	Recubrimiento con HA	Humano, implantes de Ti con forma roscada	Sólo un fabricante (Nobelpharma) presentó éxito a largo plazo (datos de 1995)
Ivanoff y cols."	Chorreado, torneado	Conejo, implantes de Ti con forma roscada	Un 79% de tasa de supervivencia acumulada después de 10 años; la reacción inflamatoria y los problemas mecánicos causaron fracasos
Sul y cols.?	Oxida	Revisión bibliográfica	Un 96,7% de tasa de supervivencia, un 93,3% de éxito tras 8 años; los tornillos son mejor que los cilindras
		Humano, cilindros	Sin fracaso implantario, mantenimiento de altura del hueso, sin problemas de tejidos blandos tras 5 años

RPT = recubrimiento de plasma de titanio. HA = hidroxiapatita.

bución de la silueta si se ha de hallar una superficie óptima. La relación entre las propiedades químicas y topográficas no está clara. ¿Podría haber un efecto sinérgico?

### ¿Qué estrategias de investigación se necesitan?

Deben hallarse métodos de evaluación para investigar las propiedades superficiales a nivel de nm. Deben diseñarse estudios con diferentes variantes topográficas pero con una química idéntica, y a la inversa, con variantes químicas.

## Estudios clínicos

### ¿Qué sabemos?

Existen estudios clínicos que describen el seguimiento a corto y medio plazo del tratamiento con implantes que presentan diferentes modificaciones superficiales, en comparación con una superficie torneada de forma convencional. Existe un número considerablemente menor de estudios que presenten resultados del seguimiento a largo plazo (más de 5 años). Las modificaciones de

superficie utilizadas con frecuencia en implantes disponibles comercialmente son: abrasivas por chorreado, grabado, oxidación, recubiertas por plasma y por hidroxiapatita. De este modo, la intención es aumentar la rugosidad de la superficie a partir del estado 'de torheado/tomeado en espiras. Esta decisión se basa en los estudios experimentales in vitro e in vivo. En la mayoría de los casos, los diferentes métodos de modificación darán lugar a un cambio en la topografía y en la química. Además, el diseño no es constante entre las distintas compañías. La gran mayoría de estudios clínicos describen resultados conseguidos con una sola modificación de la superficie implantaria. Algunos describen éxitos; otros, sólo la tasa de supervivencia. Sin embargo, se han demostrado tasas de supervivencia similares o superiores a 195% en estudios a largo o medio plazo en implantes torneados, chorreados, grabados, dispersados con plasma de titanio y recubiertos con hidroxiapatita. No se ha demostrado que ninguna modificación superficial concreta sea significativamente superior en términos de tasa de éxito o supervivencia. Además, los estudios con diseños de boca partida que comparaban implantes torneados y más rugosos no han podido demostrar la superioridad automática de los implantes más rugosos.

## ¿Qué no sabemos?

Las diferencias mencionadas entre las diferentes ramas o tipos de implantes hace difícil interpretar respecto a cuál de las propiedades del implante es más pronunciada la respuesta biológica. Aunque numerosos investigadores han observado en estudios experimentales un fuerte efecto biológico de diferentes modificaciones superficiales, aún no se han descrito efectos clínicos en cuanto a tasas de éxito significativamente mayores relativas a modificaciones químicas y/o topográficas. Esto puede ser resultado, en parte, de una falta de estudios clínicos con grupo control que hayan empleado implantes con diferentes características de superficie, pero diseños idénticos. Además, es necesario que el número de pacientes sea considerable si han de detectarse diferencias, debido a la elevada tasa de éxito ya conseguida con los implantes torneados convencionales. ¿Cuál es la relevancia de los estudios experimentales? ¿Cuánto hueso se necesita para que un implante tenga éxito?

## ¿Qué estrategias de investigación se necesitan?

Los estudios clínicos con grupo control son prioritarios. Es preferible una técnica de boca partida. La posición del implante, su longitud, y las condiciones de carga son todos ellos ejemplos de factores que es necesario tener en cuenta al planificar un estudio clínico.

## ¿Qué es necesario destacar en los programas formativos?

Sería deseable un pequeño curso de introducción a la biología molecular. Los cursos sobre biomateriales también deben incluir diferentes técnicas de evaluación (p. ej., conocimientos básicos sobre MEB, ESCA, SIMS, perfilómetros, interferómetros, ventajas y desventajas, posibilidades e imposibilidades, etc.). El significado de la «odontología basada en la evidencia» debe ser familiar para todo estudiante dental.

# Informe y discusión del grupo de estudio

*John A. Hobkirk, Or Med HC, PhD, BOS, FOS RCS (Eng), FoS RCS (Edin)*

*George A. Zarb, BChO, DOS, MS, MS, FRCO(C)*

## Introducción

Los objetivos de esta parte del simposio han sido identificar áreas de conocimiento o la carencia de las mismas, recomendar estrategias para investigarlas, e identificar aquéllas de particular relevancia para los programas formativos en los niveles de pre y posgrado. Con el fin de asegurar un abordaje estructurado y centrado, se han identificado 10 temas clave, y se ha invitado a los conferenciantes a examinar/los dentro de parámetros definidos. Las recomendaciones resultantes se han sometido posteriormente a un abordaje reiterativo colectivo, a partir del cual han emergido recomendaciones claras y cohesivas. De forma inevitable, dicho proceso da lugar a que se marginen algunos aspectos válidos; sin embargo, éstos son evidentes dentro de los propios artículos. Este artículo establece su marco y presenta las recomendaciones clave.

## Temas clave

### Biología

*Osteointegración: ¿un fenómeno anatómico o funcional?* Continuamos creyendo que la relación de osteointegración es el patrón de referencia, aunque no comprendemos completamente su naturaleza. ¿Cuál es nuestra comprensión actual de la osteointegración?, ¿qué factores influyen en su consecución y mantenimiento?, y ¿existe una alternativa mejor?

*Titanio: ¿la solución final o un paso evolutivo?* Actualmente, la implantología dental se basa de forma predominante en un metal preferido. ¿Existe una visión sostenible para el futuro, o llegará a reconocerse el

titanio como uno de los materiales empleados en la evolución de los implantes del mañana?

*¿Es la relación de osteointegración un análogo del ligamento periodontal?* Muchas especialidades dentales se han interesado en el tratamiento mediante implantes, una de las cuales es la periodoncia. Esta especialidad en particular ha aplicado con frecuencia sus preceptos a la comprensión de la relación entre hospedador e implante, la identificación de procesos patológicos o sus precursores, y su posterior manejo. ¿Es ésta una visión sostenible? Si no es así, ¿sobre qué base deberíamos desarrollar nuestra comprensión de la relación entre hospedador e implante en salud y enfermedad?

*¿Es el manejo de la calidad y cantidad de hueso un proceso proactivo o reactivo?* Se entiende que los implantes dentales dirigen las fuerzas orales y extraorales hacia el esqueleto orofacial. Tenemos evidencias en gran medida anecdóticas de que se requiere una cantidad mínima, aunque indefinida, de masa de hueso, así como de calidad del mismo, para que los implantes lleven a cabo su función con éxito durante un período amplio. Puesto que estos parámetros, que están escasamente definidos en la actualidad, pueden crear barreras importantes para la aplicación universal de la terapia implantológica, serán cada vez más importantes en el futuro las estrategias para superarlos.

### Biomecánica

*¿Cuál es la relevancia de los factores superficiales en el tratamiento implantológico?* Está bien reconocido que las características químicas y físicas de una superficie implantaria son de gran importancia en su interacción con las biomoléculas y células. Se cree que algunas características superficiales son beneficiosas para conseguir una relación apropiada entre hospedador e implante. Sin embargo, nuestros conocimientos en esta área aún son escasos de forma significativa.

¿Cuál es el papel de los factores biomecánicos en el tratamiento implantológico? Se sabe que el hueso es un material sensible a las fuerzas, que puede responder a cargas excesivas de forma tal que haga que sean útiles para el tratamiento con implantes dentales. Las fuerzas asociadas con el uso de implantes dentales son complejas, y reflejan parámetros esqueléticos y protésicos. Predictores más precisos de estos factores serían valiosos al planificar el tratamiento implantológico.

### **Beneficios clínicos**

¿Cuáles son los beneficios del tratamiento implantológico? Los proveedores y los pacientes son pilares en el tratamiento de implantes. ¿Cómo deben influir sus puntos de vista sobre nuestra planificación y oferta de servicios implantológicos y nuestras decisiones terapéuticas a un nivel individual?

### **Aspectos dependientes del paciente**

¿Quieren los pacientes lo que necesitan? ¿Cuál es la validez de los deseos y necesidades de los pacientes, y sus interacciones? Si bien los pacientes cada vez están mejor informados acerca de los procedimientos implicados en el tratamiento implantológico y sus posibles ventajas, esta forma de terapia ha tenido tendencia a ser dirigida por el dentista, y con una concepción errónea de los pacientes como una solución de alta tecnología a todos los problemas orales. ¿Qué preocupaciones llevan a la mayoría de los pacientes a buscar tratamientos, y qué circunstancias podrían ser solucionadas de forma apropiada mediante la terapia implantológica?

¿Cuáles son los límites del tratamiento implantológico? La profesión dental está utilizando cada vez más el tratamiento con implantes de forma más arriesgadas y novedosas, y existen ahora pocas áreas clínicas en las que la técnica no haya penetrado. Ha habido sugerencias de que la terapia periodontal y las técnicas endodóncicas en particular se han quedado obsoletas por el desarrollo de una alternativa sintética superior. ¿Están justificadas estas afirmaciones?

### **Aspectos dependientes del dentista**

¿Qué fiabilidad tienen los protocolos de selección del paciente y de manejo de problemas? Dos de los principales problemas en la implantología dental han sido la selección de los pacientes más apropiados para esta terapia, y el manejo de los problemas en los que esta elección ha sido poco meditada, la técnica se ha llevado a cabo de forma incorrecta, o han surgido dificultades inesperadas. ¿Podemos definir estas situaciones?, y ¿cuál es la mejor forma de evitarlas, o de rectificarlas si ya se han presentado?

### **Direcciones futuras de la investigación**

El proceso reiterativo empleado en el simposio ha dado lugar a una subclasificación de temas clave para una consideración en el futuro. De forma inevitable, también ha dado lugar a la exclusión de algunos temas significativos a favor de aquéllos fuertemente caracterizados por la validación clínica, aquéllos en los que carecemos de una base robusta de conocimiento, y abordajes basados en el reciclado de trabajos previos. Se ha situado el énfasis en aquellos temas que probablemente den lugar a hallazgos significativos y clínicamente relevantes, y que actúen por tanto como sustrato para futuras direcciones de investigación. Los temas abarcaban un abanico amplio e incluían una sección

sobre formación. Se basaban en las siguientes cuestiones:

- ¿Qué medidas son viables como predictores de la osteointegración?
- ¿Cuál es la historia natural del fracaso implantológico?
- ¿Influye el material del implante sobre los resultados del tratamiento?
- ¿Cómo pueden aplicarse los principios de bioingeniería al tratamiento implantológico?
- ¿Cuál es el impacto del tratamiento con implantes sobre los pacientes?
- ¿Qué diseños de estudios clínicos podrían ser más productivos?
- ¿Qué estrategias formativas deberían adoptarse, en particular en los currículos de pregrado?

### **¿Qué medidas son viables como predictores de la osteointegración?**

En un principio, la osteointegración se conseguía siguiendo un protocolo estricto y restringiendo el tratamiento a pacientes seleccionados de forma cuidadosa. Esto duplicó la tasa de éxito de los pioneros. De forma inevitable, se ampliaron gradualmente los límites de tratamiento, y los pacientes con factores sistémicos y locales que previamente se creía que se asociaban con una tasa mayor de fracaso comenzaron a ser tratados. De forma similar, las técnicas se volvieron más arriesgadas. Si bien los estudios sistemáticos de estos avances son raros, las evidencias anecdóticas sugieren resultados y pistas variables en un grupo de pacientes proclives al fracaso. Esto ha dejado a la profesión insegura respecto a su marco de intervención y a la toma de decisiones terapéuticas basadas tan sólo en la opinión, lo cual es claramente poco satisfactorio. Los metaanálisis han ayudado a rectificar algunas de las deficiencias en los conocimientos. Sin embargo, existe una serie de áreas, tanto sistémicas como locales, en las que se requiere investigación.

*Características del genoma.* La experiencia clínica sugiere que el éxito y el fracaso de los implantes son multifactoriales, pero que se relacionan en gran medida con la naturaleza del proceso de cicatrización requerido para una respuesta de osteointegración. Parece probable que algunos factores puedan reflejarse en las características genómicas del paciente. Las técnicas para estudiar las mismas se están haciendo cada vez más sofisticadas en su sensibilidad y dispersas en su aplicabilidad, lo que sugiere que ésta es un área que merece mayor estudio. La capacidad de establecer el perfil genómico de un paciente relevante para los implantes, en el contexto de la predicción de respuestas de cicatrización, proporcionará claramente una base más firme para las decisiones terapéuticas.

*Patrones de comportamiento.* Si bien se reconoce que actividades tales como el fumar tabaco y la parafunción oclusal reducen el éxito del tratamiento implantológico, no tenemos una visión completa de aquéllas que son relevantes. De forma similar, carecemos de técnicas apropiadas para detectar posibles pacientes que las identifiquen.

*El impacto de la enfermedad preexistente.* Si bien la opinión actual se ha despegado de la creencia de que existen muchas enfermedades sistémicas asociadas con un mayor riesgo de fracaso implantario, esto es más un reflejo de la falta de conocimiento que de los resultados de análisis detallados. Se propone

esta área como adecuada para las investigaciones multicéntricas. Dadas las técnicas modernas de manipulación de datos, se trata de un área en la que el desarrollo de un cribado informático de posibles pacientes para implantes podría demostrar su valor.

*Formación y habilidades del profesional.* Un estudio europeo sobre el manejo de la fisura palatina destacó diferencias importantes en los resultados entre diversos centros y condujo a una reestructuración importante de este servicio en el Reino Unido. El tratamiento implantológico puede ser un procedimiento igualmente complejo, por lo que sólo tenemos información limitada sobre el impacto de la formación y los sistemas de atenciones y cuidados sobre los resultados del tratamiento.

*Cantidad y calidad del hueso.* Si bien se reconoce, principalmente a partir de un fundamento superficial, que la calidad del hueso es de importancia en el tratamiento implantológico, se trata en gran medida de una evaluación subjetiva. La importancia del sustrato quirúrgico se sustenta fácilmente, y se han empleado una serie de técnicas quirúrgicas para su evaluación. Sin embargo, estas técnicas tienen desventajas significativas, y otros abordajes no se han evaluado. Éste es el caso, en especial, en el que se tienen en cuenta los niveles de mineralización, volumen óseo y estructura entre las corticales. Se requieren nuevas tecnologías de estudio para su análisis si hemos de ser capaces de cuantificar el significado de estos factores y medirlos en pacientes.

*Desarrollo de la localización del implante.* Es común que las posibles localizaciones implantarias sean deficientes en calidad y cantidad de hueso, o que tengan contornos poco favorables de los tejidos blandos. Los clínicos han sido ingeniosos en el manejo de estos problemas mediante la reestructuración de los tejidos quirúrgicamente, llevados por las demandas clínicas y virtuosismo quirúrgico siempre presentes. Sin embargo, con frecuencia se carece de la base científica de estas maniobras y es esencial si han de refinarse estas técnicas de una manera informada.

*El impacto de una enfermedad preexistente.* La historia dental de un paciente lleva consigo un registro del equilibrio local entre enfermedad y defensa, y los efectos de los intentos por parte del paciente y los profesionales sanitarios que influyen en dicho equilibrio. Si bien éste se emplea ampliamente en todas las ramas de la odontología como ayuda a la planificación terapéutica, se comprende menos su posible valor en el tratamiento implantológico. Esto refleja la falta de conocimientos acerca de la historia médica en el fracaso implantario y de intentos para interpretarla mediante criterios más familiares, aunque, como se ha señalado, la justificación para hacerlo se basa en una serie de aseveraciones no demostradas. La implantología dental carece en la actualidad de criterios aceptados universalmente sobre los resultados terapéuticos que reconozcan los determinantes duales del éxito quirúrgico y prostodóncico. Se identificó que esta área requería mayor estudio.

*El significado de las causas y momento de la pérdida dentaria.* Las causas de la pérdida dentaria, o de las ausencias, son numerosas y con frecuencia multifactoriales, y se han lanzado conjeturas respecto a su validez como predictores del resultado de la terapia implantológica. A partir de ello se han extrapolado las afirmaciones de que la mala higiene oral es un hábito irremediable que conduce a la pérdida de la osteointegración, que los bruxómanos siempre tendrán bruxismo y fracturarán los implantes y su supraestructuras, y que ciertas anomalías, como la displasia acrodérmica, están ligadas al fracaso de la osteointegración. La

cronología de la pérdida dentaria también es significativa, aunque se ha investigado poco. Un estudio con grupo control de estos factores podría permitir una asignación más efectiva y eficiente de los recursos, no sólo en el manejo de las enfermedades orales, sino también en el empleo de la terapia implantológica.

### **¿Cuál es la historia natural del fracaso implantario?**

La alta tasa de éxito del tratamiento implantológico ha restringido las experiencias de fracasos a sólo un pequeño número de pacientes, aunque la conferencia reconoció que un análisis de los fracasos podría dar pistas respecto a cómo evitarlos. Esto tiene especial importancia, ya que los límites del tratamiento con implantes son amplios, y se hacen llamadas para su entrada en la arena de la salud pública como el tratamiento aceptado para todos los individuos desdentados. En estos escenarios, una información robusta adquiere cada vez más importancia.

*Fracaso primario y secundario.* Si bien el fracaso puede producirse en cualquier momento después de la colocación del implante, se reconoció que aquéllos que se presentan poco después de la colocación del implante tengan, probablemente, diferentes etiologías de los que se producen después de haber conseguido una aparente integración clínica.

*Factores mecánicos.* Se ha especulado de forma importante con que la sobrecarga mecánica sea un factor en el fracaso implantario, y existe un metaanálisis que apoya esta visión. En el caso de los componentes físicos, esto se sitúa dentro de los conocimientos existentes en la ciencia de los materiales y en ingeniería, aunque actualmente carezcamos de información y tecnologías para utilizar de forma predictiva. Donde los factores mecánicos chocan con el componente biológico del tratamiento implantario, carecemos de forma significativa de datos. Las cuestiones clave engloban el comportamiento de la relación entre hueso e implante después de la carga, la importancia de la definición de la carga en cuanto a magnitud, tasa y frecuencia, y sus efectos en diferentes etapas del establecimiento y mantenimiento de la relación.

*Factores infecciosos y otros de tipo biológico.* Se ha reconocido ampliamente su gran importancia en muchas enfermedades orales. Con frecuencia se ha asumido que la relación entre implante y paciente se comporta de forma similar a los tejidos naturales o las prótesis ya colocadas al ser desafiados por ellos. El empleo de marcadores biológicos como herramientas diagnósticas o predictores de las intervenciones terapéuticas aún se encuentra en su infancia.

*Otras variables independientes.* Otras variables diversas pueden influir de forma potencial en los resultados del tratamiento implantológico, como el estado inmune, los hábitos dietéticos y los resultados de intervenciones previas con implantes, los cuales se han investigado de forma escasa.

*Medición de los resultados terapéuticos.* Durante algún tiempo, el resultado del tratamiento implantológico se ha centrado en los implantes, con un énfasis menor en el impacto de la prótesis sobre la vida del paciente. Si bien los pacientes pueden buscar tratamiento con implantes, son los beneficios de la estabilidad y el mínimo volumen, más que una intervención quirúrgica, lo que ellos buscan. El reconocimiento de estos crite-

rios, así como los valores más tradicionales, permitirá el desarrollo de nuevas medidas que sean valiosas para evaluar los resultados y la planificación de los cuidados.

### **¿Influye el material del implante sobre los resultados terapéuticos?**

Antes del descubrimiento de la osteointegración se habían investigado un amplio número de materiales respecto a su posible uso para la fabricación de implantes. Desde el trabajo de Brånemark, el titanio comercialmente puro se ha aceptado como el patrón de referencia para este propósito, además de un pequeño número de estudios sobre materiales alternativos, algunos de los cuales se han utilizado como recubrimiento.

*Material de base para implantes, en particular, sus propiedades mecánicas.* Muchas de las características del material ideal para implantes, derivadas de las teorías biológicas y de los principios de la ingeniería mecánica, se han reconocido ampliamente durante largo tiempo. Si bien el titanio no reúne todas ellas, en especial respecto a sus propiedades mecánicas, su capacidad de integración lo ha convertido en el material de elección. De hecho, su aparente éxito podría argumentar la inutilidad de más estudios. No obstante, no se encuentra sin desventajas, y el simposio consideró que es sensato investigar nuestras afirmaciones relativas al material ideal para implantes. Dichos estudios podrían llevar a nuevos avances que podrían superar algunas de las deficiencias del titanio.

*Características físicas y químicas de la superficie.* Las reacciones en la relación se están reconociendo cada vez más como la clave para la producción inicial de la osteointegración. Se ha demostrado que se ve influida de forma significativa por modificaciones en la estructura superficial del implante a nivel micra y macroscópico. Además, se ha postulado que las modificaciones de la composición química de la superficie de los implantes dentales, ya sea mediante moléculas inorgánicas u orgánicas o por implantación iónica, pueden conducir a diferentes patrones de respuestas celulares tras la implantación. Existe en la actualidad un cuerpo de evidencia derivada de la investigación que sugiere el potencial de estas técnicas, lo que mantiene la posibilidad de diseñar a medida el comportamiento tisular mediante implantes caracterizados.

*Consideraciones sobre el diseño.* El diseño de los implantes dentales ha estado marcado en gran medida por aspectos de ingeniería y la forma del recubrimiento quirúrgico. Refleja un conflicto entre la necesidad de una resistencia adecuada, que se relaciona con el volumen, la necesidad clínica de ocupar el mínimo espacio y las propiedades biomecánicas sugeridas para la relación de osteointegración. Si bien ha habido algunas investigaciones sobre los aspectos particulares de los diseños implantarios, como las formas rascadas, actualmente carecemos de datos robustos que relacionen las características de la superficie con el rendimiento clínico. Dichos datos podrían mejorar posiblemente las decisiones terapéuticas y la selección del implante, así como conducir a mejores diseños implantarios en cuanto a su efectividad y coste.

### **¿Cómo pueden aplicarse los principios de la bioingeniería al tratamiento implantológico?**

La implantología dental se ha beneficiado de las contribuciones de un pequeño número de bioingenieros. Sin embargo, este abordaje continúa siendo frustrado por la carencia de datos y de herramientas para su uso. Como resultado de ello, gran parte del diseño implantario es empírico y basado en la experiencia, lo que conduce a la incorporación de márgenes de seguridad inadecuados.

*¿Qué datos de bioingeniería necesitamos con fines terapéuticos y pronósticos?* Se ha postulado un amplio abanico de datos significativos para el tratamiento. Entre ellos están las fuerzas masticatorias, y la forma en que éstas se ven influidas por los diseños oclusales, la dentición antagonista, los esquemas oclusales, las reacciones de la relación a la carga y la deformación funcional de la arcada. Si bien tenemos información sobre algunos de ellos, actualmente se carece de detalles y no presenta un formato adecuado para las aplicaciones clínicas.

*Adquisición de datos.* Si bien se dispone en la actualidad de los valores medios de algunos parámetros, es evidente que existe gran variación entre los individuos. Como resultado de ello, la aplicación clínica de los principios de la bioingeniería requerirá la identificación de los parámetros clave y el desarrollo de técnicas para su consideración en un entorno clínico.

*Aplicación de datos.* Éste es el tercer elemento de la tríada de bioingeniería, y se caracteriza por la fácil disponibilidad de un software para su empleo en la adquisición de datos en un ámbito clínico, lo que permite diseños individualizados más efectivos.

### **¿Cuál es el impacto del tratamiento implanto lógico sobre los pacientes?**

El empleo del tratamiento implantológico se ha justificado con frecuencia a partir de resultados impresionantes desde un punto de vista subjetivo, aunque algunos estudios han indicado que las respuestas no son siempre favorables en su totalidad. A medida que aumentan las demandas de tratamiento, llegarán recursos bajo una creciente presión, y los pacientes necesitarán tomar decisiones en función de su capacidad económica respecto a este tipo de cuidados. En un sistema con financiación pública lo realizará en su beneficio. Sin embargo, los individuos también necesitarán tal información si han de tomar decisiones informadas.

*Aspectos de salud pública, incluida la economía.* Están comenzando a aparecer voces acerca del empleo rutinario de los implantes dentales en algunas situaciones clínicas, y los administradores de salud pública están pidiendo a la profesión consejo sobre las prioridades. Actualmente, estamos indecisos respecto al suministro de muchos de estos datos, además de las visiones subjetivas e información sobre la fuerza de mordida y la sensibilidad táctil activa. Si bien dicha información es interesante, no es una plataforma sensata para dichos debates, lo que sirve de argumento para estudios rigurosos en esta área.

*Beneficios percibidos por el paciente.* Todos los tratamientos se llevan a cabo, en último término, a nivel individual, y también aquí carecemos de datos sobre los beneficios. Entre ellos pueden incluirse las evaluaciones subjetivas del impacto del mejoramiento en las condiciones preexistentes de la boca, así como mediciones más objetivas de factores tales como la corrección del déficit neurosensorial.

## ¿Qué diseños de estudios clínicos podrían ser más productivos?

El simposio ha sugerido una serie de estrategias para los diseños de estudios clínicos, muchas de las cuales se basaban en colaboraciones multicéntricas, que se considera que tienen el mayor potencial para proporcionar resultados significativos.

*Metaanálisis.* En la actualidad, se considera una herramienta de investigación bien establecida, hasta el punto de que ha puesto al descubierto la debilidad de muchos estudios clínicos publicados.

*Estudios multicéntricos.* Puesto que la cantidad de implantes colocados en un solo centro es relativamente pequeña en relación con la potencia estadística necesaria para investigar variables de interés, se estima que esta valoración no es suficiente en la consideración de resultados.

*Investigaciones prospectivas.* La mayor parte de datos clínicos en implantología dental se han basado en presentación de casos y estudios retrospectivos, que tienen menor validez que las investigaciones prospectivas que emplean la selección aleatoria de individuos y controles (ensayos aleatorios con grupo control [EAC1]). También se ha reconocido que la carencia de recopilación de EAC en implantología dental no debe impedir el reconocimiento de los méritos extraordinarios de esta opción terapéutica. Sin embargo, los participantes agradecieron el hecho de que tanto la concepción como la metodología de la práctica basada en la evidencia se enmarcaran en el contexto de la terapia medicamentosa. Se realizó la concesión de que, aunque se apliquen principios similares en la evaluación de la mayor parte de protocolos intervencionistas, como los procedimientos de cirugía oral y prótesis dental, la metodología de EAC no se traslade directamente al diseño de ensayos con implantes orales debido a cuestiones metodológicas (p. ej., las preferencias de los pacientes, situaciones poco comunes) y éticas relativas a la ejecución de los ensayos. Como consecuencia de ello, requieren de consideración especial una serie de cuestiones específicas al diseño de investigación protésica.

*Técnicas para evitar las restricciones metodológicas.* Muchos estudios en el campo de los implantes han empleado diseños que

han restringido de forma inherente su resultado en áreas tales como la recogida de datos, la manipulación de datos perdidos debido a la falta de contacto con los sujetos y el análisis de supervivencia.

## ¿Qué estrategias educativas deben adaptarse?

La investigación es de pequeño valor a menos que sus resultados se difundan, y el seminario ha sugerido áreas clave para actuar a este respecto.

*Incluir la asignatura en los currículos de pregrado y posgrado.* Actualmente, la mayor parte de escuelas dentales de pregrado están comenzando a ajustar la enseñanza de la implantología dental, aunque la asignatura sea ofertada de forma más amplia a nivel de posgrado.

*Situar la implantología dental en un contexto de modalidad terapéutica, no como objetivo terapéutico.* Se ha reconocido que la implantología dental puede ser sobrevalorada por los profesionales que la practican, y se ve como una solución de un paso para los problemas orales. Los delegados destacaron la importancia de enseñar la asignatura como modalidad terapéutica que refleje una sinergia entre cirugía y prótesis dental más que un fin en sí mismo.

*Destacar la base científica en la implantología dental.* Los importantes avances en implantología dental reflejan la gran expansión de su base científica, que ha pasado de ser la materia de una técnica impredecible y con frecuencia despreciada, a una opción terapéutica reputada. Se ha considerado importante que esto se destaque en áreas como:

- Biomecánica.
- Biocompatibilidad.
- Bibliografía genética.
- Biología molecular.
- Dimensión psicosocial del tratamiento implantológico.