

Método simplificado para cuantificar el área oseointegrable de implantes dentales

Simplified method to quantify the osseointegration area of dental implants

Mauricio Toro^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-4473-5482>

Javiera Leitao¹ <https://orcid.org/0000-0002-8791-239X>

Gloria Sánchez¹ <http://orcid.org/0000-0001-6824-4261>

Leonardo Díaz¹ <https://orcid.org/0000-0002-1062-1594>

Alain Chaple Gil² <http://orcid.org/0000-0002-8571-4429>

Eduardo Fernández^{3,4} <http://orcid.org/0000-0002-2616-1510>

¹Universidad de Chile, Facultad de Odontología, Departamento de Prótesis. Santiago, Chile.

²Universidad Ciencias Médicas La Habana. Cuba.

³Universidad de Chile, Facultad de Odontología, Departamento de Odontología Restaurador. Santiago, Chile.

⁴Universidad Autónoma de Chile, Instituto de Ciencias Biomédicas. Santiago, Chile.

Autor para la correspondencia: drmauriciotoro@gmail.com

RESUMEN

Introducción: Se han realizado muchas investigaciones sobre los implantes dentales, sin embargo, el área oseointegrable aún es un tema poco tratado en la literatura científica.

Objetivo: Diseñar un método para el cálculo del área oseointegrable en la colocación de implantes dentales.

Métodos: Las áreas de los implantes se calcularon sobre la base de modelos de implantes de tamaño cuatro veces el real, utilizando las fórmulas conocidas para mantos de cilindro, troncos de cono, círculo (entre otras) y aplicando relaciones lineales para las alturas y para los diámetros al cuadrado (asimilación a teoría de modelos). Se emplearon un calibrador de metales, una lupa y un

escalímetro. Los implantes fueron divididos en sectores según su diferente configuración geométrica, la suma de superficies permitió obtener el área total del implante. Las superficies se compararon con el área teórica total de los mismos implantes. Luego se extrapolaron los datos para todos los modelos según sus dimensiones particulares.

Resultados: Las áreas obtenidas para implantes tipo tornillo y tipo cónico (diámetro/largo en mm) fueron respectivamente: $3,75/7 = 129 \text{ mm}^2$; $3,75/13 = 234 \text{ mm}^2$; $3,75/15 = 270 \text{ mm}^2$; $4/15 = 306 \text{ mm}^2$; $5/7 = 224 \text{ mm}^2$ y $3,5/13 = 143 \text{ mm}^2$; $4,3/10 = 166 \text{ mm}^2$; $4,3/13 = 215 \text{ mm}^2$; $4,3/16 = 265 \text{ mm}^2$.

Conclusiones: La metodología usada en este estudio pareciera ser una buena alternativa para calcular el área final de oseointegración.

Palabras clave: implantes dentales, área oseointegrable; implantes tipo tornillo; implantes tipo cónico.

ABSTRACT

Introduction: Many studies have been conducted about dental implants. However, the osseointegration area is a topic not commonly dealt with in the scientific literature.

Objective: Design a method to estimate the osseointegration area in the placement of dental implants.

Methods: The implant areas were estimated with implant models four times as large as real size, using known formulas for cylinder mantles, cone trunks and circles (among others). Linear relationships were applied for heights and square diameters (assimilation to model theory). Use was made of a metal calibrator, a magnifying glass and a scalimeter. The implants were divided into sectors according to their different geometric configuration. The sum of the surfaces made it possible to obtain the total implant area. The surfaces were compared with the total theoretical area of the same implants. The data were then extrapolated for all the models in keeping with their particular dimensions.

Results: The areas obtained for screw and cone implants (diameter / length in mm) were, respectively: $3.75/7 = 129 \text{ mm}^2$; $3.75/13 = 234 \text{ mm}^2$; $3.75/15 = 270 \text{ mm}^2$; $4/15 = 306 \text{ mm}^2$; $5/7 = 224 \text{ mm}^2$ and $3.5/13 = 143 \text{ mm}^2$; $4.3/10 = 166 \text{ mm}^2$; $4.3/13 = 215 \text{ mm}^2$; $4.3/16 = 265 \text{ mm}^2$.

Conclusions: The methodology used in the study seems to be a good alternative to estimate the final osseointegration area.

Keywords: dental implants; osseointegration area; screw implants; cone implants.

Recibido: 06/03/2020

Aceptado: 23/03/2020

Introducción

La potencial área oseointegrable (PAO, o POA, por sus siglas en inglés) también llamada potencial contacto implante hueso (PCIH, o PBIC, en inglés) de un implante dental de titanio se ha convertido en una información importante a ser conservada, ya que durante el proceso de oseointegración de un implante es el área potencial que va a constituir la interfase funcional a través de la cual se transmitirán las cargas oclusales hacia el tejido óseo con el objetivo de ser absorbidas por este. Una vez establecido el proceso de oseointegración del implante deja de ser un área potencialmente generable y se transforma en un área de contacto íntimo establecida, por lo que se empieza a llamar área o zona de contacto implante hueso (CIH, o BIC, por sus siglas en inglés)

Esta área potencial podría ser uno de los factores influyentes a considerar en el logro de la estabilidad primaria y secundaria de los implantes.⁽¹⁾ Si se tiene en cuenta la ley física que afirma que la presión es igual a la fuerza dividida por el área, un incremento del área de superficie de un implante debería traducirse en una disminución de la presión sobre el hueso adyacente y, por lo tanto, en una menor carga.⁽¹⁾ Esta área disponible varía en cantidad entre los diferentes diseños y tamaños de implantes. Se sabe bastante acerca de la macro- y micromorfología de los implantes. Sin embargo, existe información escasa o nula acerca del tamaño del área oseointegrable,⁽¹⁾ sobre todo, si además esta área puede estar microtexturizada por diversos métodos,⁽²⁾ lo cual logra incrementar en un valor adicional la cantidad de superficie oseointegrable disponible. Asimismo, los métodos más actuales para cuantificar el área de los implantes, como las tomografías microcomputarizadas, son engorrosos y caros debido a que necesitan tecnologías altamente sofisticadas.^(1,3,4,5) Dentro de estas tecnologías destacan *three-dimensional X-ray CT* (Ray Scan

250E 3D- Computed Tomography system manufactured by Hans Waelischmiller Inc., Markdorf, Germany)⁽¹⁾, *mCT device mod. Skyscan 1072* (SKYSCAN, Kartuizersweg 3B 2550 Kontich, Belgium),⁽³⁾ *Skyscan 1172 micro-CT scanner* (Skyscan, Kontich, Belgium),⁽⁴⁾ micro-CT (SkyScan 1076, Skyscan, Aartselaar, Belgium).⁽⁶⁾ Estos equipos que se han mencionado no siempre pueden ser adquiridos, por lo que se vuelve muy importante crear un método simplificado para calcular el área oseointegrable de manera aproximada.

Motivados por lo anterior el objetivo de esta investigación fue aplicar un método simple para el cálculo del área oseointegrable en la colocación de implantes dentales.

Métodos

Este estudio observacional *in vitro*, utilizó 2 grupos de implantes (tornillo y cónico). Los implantes utilizados fueron seleccionados al azar de lotes comerciales sin ninguna intención de conveniencia alguna. El fabricante indica una fabricación sumamente estándar y rigurosa bajo numerosas normas ISO, por lo que se consideró esto para asumir una baja variabilidad de la forma. Se incluyeron implantes tipo tornillo (paredes paralelas) y cónicos (paredes convergentes); fueron excluidos todas las demás formas de implantes conocidas. Los datos fueron registrados anónimamente en forma codificada y luego fueron traspasados a una hoja de cálculo para su posterior análisis.

Las superficies de los implantes (incluidos hilos en mm²) se calcularon sobre la base de un modelo de implante de tamaño cuatro veces mayor que el real, utilizando las fórmulas conocidas para mantos de cilindro, troncos de cono, círculo (entre otras). Se aplicaron relaciones lineales para las alturas y para los diámetros al cuadrado (asimilación a teoría de modelos). Fueron empleados un calibrador de metales, una lupa y un escalímetro.

Los implantes fueron divididos en sectores según su diferente configuración geométrica, cuya suma de superficies permitió obtener el área total del implante. Las superficies se compararon con el área teórica total de los mismos implantes (sin hilos). Luego se extrapolaron los datos de todos los modelos según sus dimensiones particulares. Se utilizaron las siguientes ecuaciones para intentar aproximar el área considerando una fórmula matemática clásica utilizada para áreas de tornillos con y sin hilos.

Implantes tipo tornillo

$$S_i(\text{con hilos}) = S(\text{modelo } \frac{3,75}{13} \text{ mm con hilos}) \times \frac{L_i}{L_{13}} \times \frac{D_i^2}{D_{13}^2} \quad (1)$$

Donde:

S_i (con hilos): superficie implante a determinar;

S (con hilos): superficie implante modelo 3,75/13 mm;

L_i : longitud del implante a calcular;

D_i : diámetro del implante a calcular;

L_{13} : longitud del implante modelo;

D_{13} : diámetro del implante modelo.

Implantes tipo cónicos

$$S_i(\text{con hilos}) = S(\text{modelo } \frac{4,3}{13} \text{ mm con hilos}) \times \frac{L_i}{L_{13}} \times \frac{D_i^2}{D_{13}^2} \quad (2)$$

Donde:

S_i (con hilos): superficie implante a determinar;

S (con hilos): superficie implante modelo 4,3/13 mm;

L_i : longitud del implante a calcular;

D_i : diámetro del implante a calcular;

L_{13} : longitud del implante modelo;

D_{13} : diámetro del implante modelo.

El proyecto de esta investigación fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Chile (10/005).

Resultados

Luego de utilizar la fórmula matemática propuesta como método aproximado, se determinó el tamaño de los implantes tipo tornillo y cónico, así como sus superficies de contacto en mm² respectivas, los que se señalan en la siguiente tabla.

Tabla - Superficies estimadas en milímetros cuadrados de implantes tipo tornillo y tipo cónico

Diámetro implante mm	Largo implante mm	Superficie en mm ² con hilos
<i>Implantes tipo tornillo</i>		
3,75	7	129
3,75	10	181
3,75	11,5	208
3,75	13	234
3,75	15	270
4	8,5	176
4	10	206
4	11,5	236
4	13	266
4	15	306
5	7	224
<i>Implantes tipo cónico</i>		
3,5	10	110
3,5	13	143
3,5	16	176
4,3	10	166
4,3	13	215
4,3	16	265
5,0	10	224
5,0	13	291

La tabla muestra superficies en mm² de los 2 tipos de implantes estudiados. Tomando en consideración similares dimensiones de diámetro de plataforma y largo, existe una superficie mayor en los implantes tipo tornillo. La superficie oseointegrable a similares dimensiones es mayor en implantes tipo de tornillo vs. tipo cónico.

Discusión

El gran acierto de algunos tratamientos de superficies implantarias es que favorecen el crecimiento de tejido óseo sobre la superficie implantaria. De hecho, un gran número de estudios *in vivo* han demostrado que el incremento en área de superficie aumenta el contacto implante hueso.⁽²⁾ Por otro lado, los tratamientos de superficie también persiguen incrementar la biocompatibilidad y osteoconductividad de los implantes. De hecho, entre las propiedades que exhiben las superficies implantarias y que afectan la oseointegración están la morfología, la topografía, la rugosidad, la química, la energía superficial y la hidrofiliidad o humectabilidad.^(5,7,8)

El primer objetivo de texturizar la superficie implantaria es mejorar la actividad celular, de esta manera lograr mayor aposición ósea y también mejorar la velocidad de oseointegración.⁽⁵⁾ Los tratamientos de superficie se pueden lograr fundamentalmente mediante dos procedimientos, haciendo poros sobre la superficie o revistiéndola con otro material adecuado, o sea, procedimientos sustractivos o aditivos. Con estos procedimientos se logra, entonces, aumentar la superficie de contacto con el tejido óseo.^(2,5) Los métodos para tratar la superficie implantaria se pueden clasificar en general en tres tipos: mecánicos, los que están asociados a la remoción de material por una acción de corte o abrasión o cuando la superficie es deformada por impactos de partículas; químicos, relacionados con el uso de materiales ácidos, alcalinos, peróxido de hidrógeno, sol-gel, deposición de vapor químico y anodización; y físicos, en los que se utiliza spray de plasma y deposición iónica.^(2,7)

Schicho y otros lograron determinar que solo el macrodiseño es capaz de incrementar el potencial contacto hueso-implante desde un 14 % (XiVe S CELL-plusTM) hasta un 56 % (3i Osseotite XPTM) si eran comparados con un cilindro liso del mismo largo y ancho⁽¹⁾. *Schicho* y otros también discutieron porcentajes de incremento en el potencial contacto implante-hueso (PCIH) considerando adicionalmente el microdiseño o tratamiento de superficie a que ha sido sometido.

Por ejemplo, para el tratamiento de superficie SLA (Acrónimo en inglés de superficie arenada y grabada por ácido) el incremento debe ser aproximadamente de 51 % adicional.⁽¹⁾

Por otro lado, *Hsu* y otros señalan que del PCIH solo un porcentaje aproximado logrará finalmente estar oseointegrado.⁽⁶⁾ Por ejemplo, para implantes 3,75 x 10 mm (ICE, *Implant Innovation*, Palm Beach, FL, EE. UU.) únicamente el 54,4 % de la superficie lograría contacto íntimo con hueso vivo.⁽⁶⁾ Sin embargo, *Hsu* y otros también concuerdan que el aumento del diámetro aumenta el PCIH, para lo cual proponen aumentar el torque de inserción, pero no necesariamente la estabilidad implantaria, la que se mide a través de frecuencia de resonancia, o sea su cociente estabilidad implantaria (ISQ). Estas variaciones y falta de correlaciones se pueden ver afectadas también por las variaciones de calidad en los distintos tipos óseos.⁽⁶⁾

Las modificaciones de las superficies implantarias han encabezado las tasas de éxito y las modificaciones de este tipo han reducido los periodos de oseointegración, especialmente en pacientes con sitios implantarios con mala calidad ósea.⁽²⁾

Fue posible de acuerdo a las fórmulas utilizadas en este estudio determinar la superficie oseointegrable de implantes tipo tornillo y cónicos y encontrar diferencias proporcionales a su tamaño de plataforma y longitud.

Este estudio demostró que con un método simple de cálculo se puede determinar la superficie oseointegrable de los grupos de implantes estudiados. Los resultados muestran que los implantes tipo tornillo presentan una mayor superficie oseointegrable proporcionalmente a sus dimensiones. Por lo tanto, el método utilizado fue considerado como aceptable para este fin. La discusión de la superficie de oseointegración está más centrada en la microsuperficie; sin embargo, el área total de contacto oseointegrable resulta relevante, especialmente en la estabilidad inicial del implante instalado.

Referencias bibliográficas

1. Schicho K, Kastner J, Klingsberger R, Seemann R, Enislidis G, Undt G, *et al.* Surface área analysis of dental implants using micro-computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2007 [acceso: 06/01/2020];18(4):459-64. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17587336>

2. Gupta S, Dahiya V, Shukla P. Surface topography of dental implants: A review. *J Dent Implant.* 2014 [acceso: 06/01/2020];4(1):66-71. Disponible en: <http://www.jdionline.org/article.asp?issn=0974-6781;year=2014;volume=4;issue=1;spage=66;epage=71;aualast=Dahiya>
3. Quaranta A, D'Isidoro O, Bambini F, Putignano A. Potential Bone to Implant Contact Area of Short Versus Standard Implants: An In Vitro Micro-Computed Tomography Analysis. *Implant Dent.* 2016 [acceso: 06/01/2020];25(1):97-102. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26544733>
4. Kang SW, Lee WJ, Choi SC, Lee SS, Heo MS, Huh KH, *et al.* Volumetric quantification of bone-implant contact using micro-computed tomography analysis based on region-based segmentation. *Imaging Sci Dent.* 2015 [acceso: 06/01/2020];45(1):7-13. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4362995/pdf/isd-45-7.pdf>
5. Sartoretto SC, Alves AT, Resende RF, Calasans-Maia J, Granjeiro JM, Calasans-Maia MD. Early osseointegration driven by the surface chemistry and wettability of dental implants. *J Appl Oral Sci.* 2015 [acceso: 06/01/2020];23(3):279-87. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4510662/pdf/1678-7757-jaos-23-3-0279.pdf>
6. Hsu JT, Shen YW, Kuo CW, Wang RT, Fuh LJ, Huang HL. Impacts of 3D bone-to- implant contact and implant diameter on primary stability of dental implant. *J Formos Med Assoc.* 2017 [acceso: 06/01/2020];116(8):582-90. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28551316>
7. Soares PB, Moura CC, Claudino M, Carvalho VF, Rocha FS, Zanetta-Barbosa D. Influence of Implant Surfaces on Osseointegration: A Histomorphometric and Implant Stability Study in Rabbits. *Braz Dent J.* 2015 [acceso: 06/01/2020];26(5):451-7. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/bdj/v26n5/1806-4760-bdj-26-05-00451.pdf>
8. Sartoretto SC, Calasans-Maia JA, Costa YOD, Louro RS, Granjeiro JM, Calasans-Maia MD. Accelerated Healing Period with Hydrophilic Implant Placed in Sheep Tibia. *Braz Dent J.* 2017 [acceso: 06/01/2020];28(5):559-65. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/bdj/v28n5/1806-4760-bdj-28-05-559.pdf>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Mauricio Toro: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración de proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición.

Javiera Leitao: conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración de proyecto, recursos, supervisión, validación, visualización, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición.

Gloria Sánchez: análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, visualización, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición.

Leonardo Díaz: análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, visualización, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición.

Alain Chaple Gil: análisis formal, investigación, metodología, software, validación, visualización, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición.

Eduardo Fernández: análisis formal, investigación, metodología, software, validación, visualización, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición.