

## OSEOINTEGRACIÓN DE IMPLANTES DE TITANIO EN FÉMUR DE CONEJO

### OSEOINTEGRATION OF TITANIUM IMPLANTS IN RABBIT FEMUR

GINO CATTANEO U. (Mv)<sup>1</sup>; ANDRÉS MAUREIRA V.B. (Mv)<sup>1</sup>; ESTEFANÍA FLORES P. (Mv)<sup>1</sup>;  
CÉSAR ORÓSTEGUI (Mv)<sup>2</sup>; ALEJANDRO OYARZÚN<sup>3</sup>

#### SUMMARY

*In order to improve the oseointegration in extreme situations, new elements, forms and dimensions have been looked for as implants. A topic of interest study is the new implant of threaded titanium of different diameters.*

*In the femur of the rabbit it was developed a model to observe and to describe the Oseointegration. Three couples of threaded titanium implants of different diameters (3.75, 4 and 5 mm) and 10 mm long, were placed in the femur of 6 rabbits, giving them a 4 months period of rest. After this period, histological descriptive studies of the bone around the implants were carried out. The formation of compact vital bony tissue stuck to the implant, without presence of inflammatory cells in the area that could indicate a failure in the oseointegration was observed. A good behavior of the titanium implants, and capacity of the bony tissue to accept and interact with this inert material were observed*

**KEY WORDS:** *Oseointegration, implants, titanium, rabbit.*

**PALABRAS CLAVE:** *Oseointegración, titanio, implante, conejo.*

#### INTRODUCCIÓN

La oseointegración de implantes es un proceso descrito en 1952 por el Dr. Branemark, en particular en el área de la odontología, donde observó cómo diferentes materiales se oseointegraban al hueso en el cual eran implantados.

Estos materiales después de ser colocados y de tener un período de reposo adecuado se unen en forma íntima al hueso, generando un tejido óseo altamente diferenciado y firmemente adosado al implante, del cual no pueden ser separados sin que ocurra una fractura en la zona de unión. La investigación realizada sobre oseointegración tiene como objeto la identificación de materiales que han sido ensayados como implantes en hueso, entre los que

se han destacado principalmente el titanio como material inerte y la hidroxiapatita como elemento bioactivo.

Con el objeto de mejorar la calidad de la oseointegración se ha continuado en la búsqueda de nuevos elementos, formas y dimensiones de los implantes, para ser utilizados en situaciones extremas, como ocurre con aquellos pacientes que presentan huesos de mala calidad o problemas anatómicos. En particular ha interesado el estudiar los implantes de titanio roscados de distintos diámetros, buscando mejorar el pronóstico en dichos pacientes.

Considerando al fémur del conejo como un modelo particularmente adecuado para observar y describir la oseointegración del titanio en hueso de mala calidad, se utilizaron 3 pares de implantes de titanio roscados, de 10 mm de largo con distintos diámetros (3,75; 4 y 5 mm respectivamente), colocados en el fémur de 6 conejos, dándoles un período de reposo de 4 meses para su oseointegración. Después de este período se realizaron estudios histológicos descriptivos del hueso alrededor del implante.

<sup>1</sup> Área de Cirugía en Pequeños Animales. Departamento de Ciencias Clínicas. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. Santa Rosa 11735, Santiago, Chile.

<sup>3</sup> Departamento de Histopatología. Facultad de Odontología. Universidad de Chile.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar en un modelo en fémur de conejo la oseointegración de implantes de titanio de mayor diámetro con respecto a implantes tradicionales de 3,75 mm de diámetro.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la oseointegración de los implantes luego de cuatro meses de reposo postquirúrgico, por medio de cortes histológicos, observando:

- La presencia de interfase de tejido blando entre implante y tejido óseo.
- El tipo de tejido y células predominantes alrededor del implante.

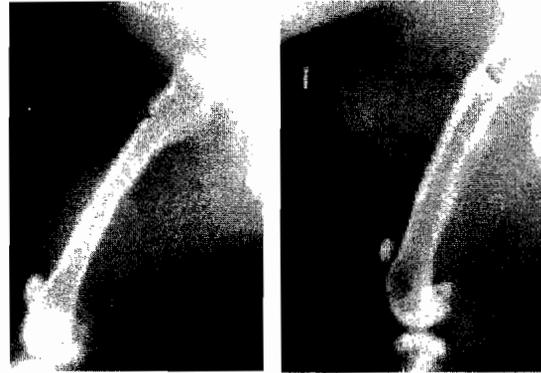
## MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron como modelo experimental conejos adultos, machos, de aproximadamente 3,5 kg de peso. Se tomaron radiografías al fémur derecho de cada conejo, para medir las diáfisis y elegir el sitio para la aplicación de los implantes (Figura 1). Luego se procedió a premedicar los conejos con agentes colinérgicos y fenotiazínicos y a inducir la anestesia con tiopental sódico.

Se realizó el procedimiento quirúrgico, abordando el fémur derecho a través de una incisión amplia en la piel de su cara lateral, profundizada mediante disección roma separando M. Biceps, la Fascia lata y el Vastus lateralis para descubrir la superficie del hueso, una modificación adaptada al conejo de la técnica descrita por Piermattei para perro y gato (1966) y se colocaron 6 implantes de titanio puro en los sitios preseleccionados, regidos bajo el protocolo quirúrgico descrito en "Surgical Procedure Manual", 1994, y se usaron las siguientes combinaciones:

- Dos conejos recibieron implantes en forma de tornillos de 3,75 mm de diámetro por 10 mm de largo (conejos 1 y 2).
- Dos conejos recibieron implantes en forma de tornillos de 4 mm de diámetro por 10 mm de largo (conejos 3 y 4).
- Dos conejos recibieron implantes en forma de tornillos de 5 mm de diámetro por 10 mm de largo (conejos 5 y 6).

El tratamiento postoperatorio consistió en una antibioticoterapia mediante dos inyecciones intramusculares de una combinación de penicilina só-



**Figura 1.** Radiografía lateromedial de fémur de conejo. A la izquierda la flecha indica la zona donde se colocará el implante. En la derecha se aprecia el implante (I) puesto en su lugar.

dica, procaína y benzatínica en dosis de 30.000 unidades internacionales por kilogramo de peso vivo, separadas por 4 días, y antisepsia local dos veces por día hasta la extracción de los puntos.

Se mantuvieron los conejos con movilidad restringida en sus jaulas por 4 meses, y una vez terminado este período se extrajo del fémur el implante en forma de bloque óseo (Hueso/implante/Hueso).

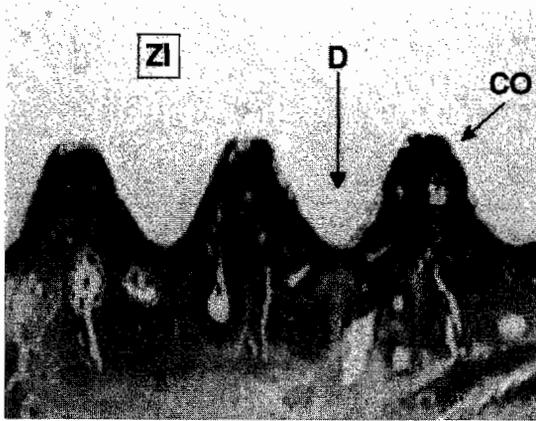
Las muestras de los bloques óseos se estudiaron en el Departamento de Histopatología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. Una vez realizados los cortes, con tinción PAS-azul de toluidina, se determinó el tipo de tejido y células predominantes en la unión del implante con el hueso.

Todos los conejos fueron manejados, anestesiados y muestreados tomando en cuenta las recomendaciones dadas por "Care and Handling of Laboratory Animals" (Coligan y col., 1991).

## RESULTADOS

Al examen macroscópico después de cuatro meses de reposo postquirúrgico y sin someter a carga los implantes, se determinó que éstos tenían buena estabilidad, excepto en el conejo N° 6 que sufrió fractura de fémur al nivel de diáfisis zona proximal en el sitio de colocación del implante, con formación de un callo óseo de gran volumen; el resto de los implantes presentó excelente estabilidad.

Al análisis histológico con microscopio óptico, se pudo observar aposición ósea sobre los tres tipos de implantes en estudio, sin formación de tejido blando en la zona de interfase con el implante.



**Microfotografía N° 1**

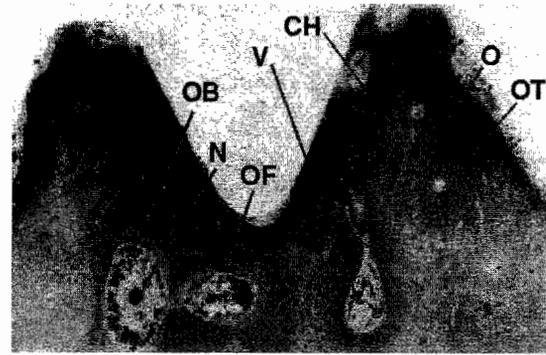
Fémur de conejo tratado con implante de titanio roscado de 3,75 mm de diámetro; PAS-azul de toluidina; 40 x. Se observa el espacio vacío que deja el implante de titanio (ZI) en el hueso cuando es retirado de éste, con el propósito de realizar los cortes histológicos. De esta forma se puede apreciar claramente cómo el hueso forma verdaderas crestas óseas (CO) y depresiones (D) para poder seguir el hilo del implante y así unirse en forma íntima a éste.

En los tres tipos de tornillos se pudo apreciar cómo el tejido óseo seguía el hilo del implante en forma estrecha formando crestas y depresiones de tejido óseo compacto de características normales (Microfotografía N° 1).

En la superficie de contacto de los implantes con el hueso se observaron osteoblastos dispuestos en serie epiteloidea, tapizando las crestas y depresiones generadas por el hilo del tornillo en la superficie ósea de contacto (Microfotografías N°s 2 y 3).

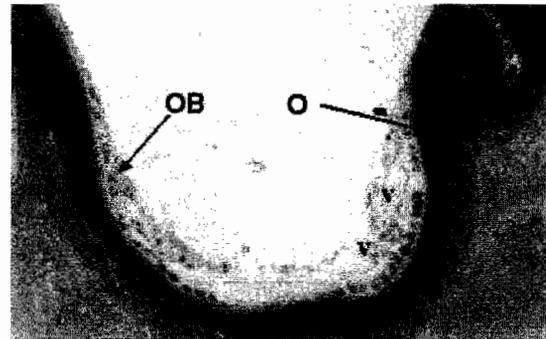
Dentro del tejido óseo formado alrededor de los tres implantes se evidenció la existencia de osteonas en formación, las que presentaban osteoblastos dispuestos concéntricamente alrededor del canal de Havers, el cual presentaba un nervio en su interior. Además se observaron osteonas maduras de menor tamaño que las anteriores, con osteocitos ubicados concéntricamente alrededor del canal de Havers, como también entre las osteonas dentro de la matriz ósea. En este mismo tejido se observan numerosos vasos sanguíneos entre y dentro de las osteonas en el tejido óseo neoformado (Microfotografía N° 3).

No se observaron áreas de infiltrado inflamatorio ni tejido cicatricial alrededor de ninguno de los tres tipos de implantes en estudio que indicaran rechazo de éstos.



**Microfotografía N° 2**

Fémur de conejo tratado con implante de titanio roscado de 3,75 mm de diámetro; PAS-azul de toluidina; 100 x. Se aprecian osteonas (OT) maduras con osteocitos (O), canal de Havers (CH) y vasos sanguíneos (V), además de osteoblastos (OB) alrededor del nervio (N) de una osteona en formación (OF).



**Microfotografía N° 3**

Fémur de conejo tratado con implante de titanio roscado de 3,75 mm de diámetro; PAS-azul de toluidina; 200 x. Se observan vasos sanguíneos (V) en la zona de contacto entre hueso e implante y gran cantidad de osteoblastos (OB) en empalizada. También se observan osteocitos (O) dentro de la matriz ósea.

## DISCUSIÓN

Los resultados histológicos obtenidos confirman la oseointegración de los tres tipos de implantes en tejido óseo de mala calidad, como es el fémur del conejo (hueso tipo IV) al cabo de cuatro meses, coincidiendo con lo observado por otros autores en distintos ensayos (Albrektsson, 1987; Branemark, 1987; Goettlander y *col.*, 1992).

En 5 de los 6 implantes se observó un íntimo contacto con tejido óseo cicatricial altamente especializado, a diferencia de lo que ocurre en las formas de reparación más inmaduras, observadas por Kasemo y Lausmaa en 1987, no apreciándose áreas de tejido

blando poco diferenciado que podrían entorpecer la vida útil del implante. Dicho tejido altamente diferenciado sigue la estructura del implante (en este caso el hilo del tornillo) sin dejar espacios libres, lo que aparece como una formación de crestas óseas y depresiones con la forma opuesta al hilo del implante, característica indicativa de una buena oseointegración de acuerdo a lo descrito en la literatura (Albrektsson, 1987; Branemark, 1987). El principal tejido en contacto con el implante es hueso vivo compacto maduro, en cuyo espesor se evidencia la existencia de vasos sanguíneos, al igual que en la línea de unión implante-hueso, junto a osteoblastos en empalizada que constituyen la matriz ósea en forma centrípeta, observándose, además, las osteonas y dentro de éstas los osteocitos con una distribución regular. Las células predominantes en el tejido son los osteocitos y osteoblastos, coincidiendo con la estructura histológica descrita para una buena oseointegración (Albrektsson, 1987; Branemark, 1987; Boyne, 1990; Goettlander y col., 1992; Steflík y col., 1992). La total reabsorción del tejido necrótico y coágulos alrededor del implante es una manifestación objetiva de la buena compatibilidad del titanio con el tejido circundante, favoreciendo una excelente reparación con tejido vivo, como se describe en estudios de seguimiento cronológico del proceso de reparación en la zona de implantación (Albrektsson, 1987; Branemark, 1987; Boyne, 1990; Steflík y col., 1992; Dominici y col., 1994).

La ausencia de células inflamatorias alrededor del implante al cabo de cuatro meses de reposo postquirúrgico indica que en los huesos de mala calidad, como el fémur de conejo utilizado en este estudio, si son tratados y manejados en forma adecuada, se podría alcanzar un alto porcentaje de éxito al colocar implantes de titanio.

La utilización de implantes de diámetro amplio (5 mm o más) en huesos de mala calidad con el fin de aumentar el área de contacto hueso-implante, tendría como ventaja dar una muy buena estabilidad inicial en los implantes de titanio roscados, creando un excelente pronóstico siempre que se use una buena técnica de aplicación.

La fractura que se produjo a nivel del implante en el conejo N° 6 demostraría el riesgo a que expone el uso de un diámetro mayor que el tradicional, 5 mm en este caso, que pudo ser derivado de una técnica de aplicación deficiente, o dado que el implante ocupaba todo el canal medular y parte de las corticales dejó dicha zona con muy poca resistencia mecánica, mientras el implante no era incorporado como propio.

## CONCLUSIONES

- La utilización de implantes de distinto diámetro no genera diferencias estructurales a la microscopía óptica.
- El tejido neoformado alrededor de los implantes es tejido óseo compacto.
- Las células predominantes en el tejido óseo formado son osteocitos y osteoblastos.
- El predominio de osteocitos y osteoblastos en la zona de unión implante-hueso, sin la presencia de células inflamatorias, es indicativo de oseointegración del implante.
- El titanio es un buen material para oseointegrarse en fémur de conejo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBREKTSSON, T., 1987: *Respuesta del Tejido Óseo/Prótesis Tejido Integrada*; Editorial Quintessence Books; España, capítulo 6: 129-140.
- BOYNE, P., 1990: *Bone Response to Dental Endosseous Implants/ Dental Implants: Principles and Practice*; W.B. Saunders Company; capítulo 2: 17-29.
- BRANEMARK, P., 1987: *Introducción a la Oseointegración/ Prótesis Tejido Integrada*; Editorial Quintessence Books; España, capítulo 1: 11-69.
- COLIGAN, J., KRVISBEEK, A., MARGULIES, M., SHEVACH, E., 1991: *Care and Handling of Laboratory Animals/Current Protocols in Immunology*; Published by Greene Publishing Associates and Wiley-Interscience. / New-York: 1.1.1-1.10.5.
- DOMINICI, J.T., SAMMON, P.J., DRUMMOD, J.F., LIFLAND, M.I.; GEISSLER, R., OKAZAKI, K., 1994: *An Evaluation of Electrodischarged Prototype Implants in Rabbit Tibia: A Preliminary Study*/ Journal of Oral implantology; Vol. 20, N° 4: 299-306.
- GOETTLANDER, M., ALBREKTSSON, T., CARLSSON, L., 1992: *A Histomorphometric Study of Unthreaded Hydroxyapatite-Coated and Titanium-Coated Implants in Rabbit Bone*/ Journal of Oral Maxillofacial Implants; Vol. 7: 485-490.
- KASEMO, B., LAUSMAA, J., 1987: *Selección del Metal y Características de la Superficie/ Prótesis Tejido Integrada*; Editorial Quintessence Books; España; capítulo 4: 99-115.
- LUM, L., 1991: *A Biomechanical Rationale for the Use of Short Implants*/ Journal of Oral Implantology; Vol. 17, N° 2: 26-131.
- PIERMATTEI D. L., GREELEY R. G., 1966: *An Atlas of Surgical Approaches to the Bones of the Dog and Cat*/ W. B. Saunders Compous: 104-105.
- STEFLIK, D., HANES, P., SISK, A., PARR, G., SONG, M., LAKE, F., MC KINNEY, R., 1992: *Transmission Electron Microscopic and High Voltage Electron Microscopic Observation of the Bone and Osteocyte Activity Adjacent to Unloaded Dental Implants Placed in Dogs*/ L. Periodontologie; Vol. 63, N° 15: 443-452.