

Investigaciones finalizadas

Fatiga aleatoria en diferentes tipos de implantes de conexión interna y en sus conexiones implantoprotésicas.

Departamento de Estomatología y Enfermería de la Universidad Rey Juan Carlos I de Madrid

Autores:

Equipo investigador

- Director (Investigador Principal): Prof. Dr. Juan Carlos Prados Frutos (URJC, Madrid)
- Investigador Ingeniero Mecánico: Prof. Dr. José Antonio Bea Cascarosa (Universidad de Zaragoza)
- Investigador Ingeniero Mecánico: Dra. María Prados Privado (URJC, Madrid)
- Investigador Odontólogo: Dr. Ángel Manchón Miralles.

Supervisor Senior

- Prof. Gautam Dasgupta (Full Professor, Columbia University, Department of Civil Engineering and Engineering Mechanics,, Nueva York, Estados Unidos)

Objetivo:

Objetivos genéricos

Fatiga aleatoria de implantes y conexiones: en este bloque se desarrollan diversos casos de estudio detallados en los siguientes apartados. El objetivo principal es conocer el comportamiento a fatiga tanto de los implantes de conexión interna como del conjunto “implante + prótesis” bajo cargas y propiedades del material aleatorios, a diferencia de los estudios clásicos.

Resumen protocolo:

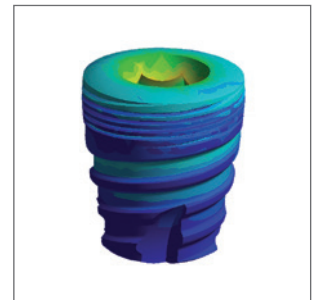
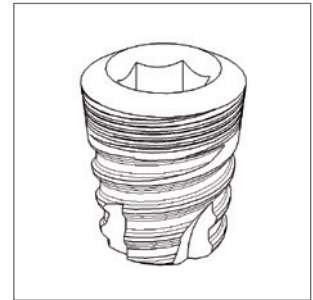
Metodología genérica

Todos los estudios se llevarán a cabo mediante el método de los elementos finitos junto con modelos de daño acumulado (en este caso, el modelo de daño acumulado de Bogdanoff y Kozin) y cadenas de Markoff.

Estas herramientas matemáticas son ampliamente conocidas en el mundo de la investigación, sin embargo, no ha sido hasta hace poco (Prados Privado et al, 2013) cuando se ha comenzado a aplicar a implantes dentales.

Para el estudio de la fatiga aleatoria se propone utilizar el método de los elementos finitos probabilistas empleando para ello cadenas de Markoff y el modelo de daño acumulado de Bogdanoff y Kozin. Se considerará como aleatorio tanto las cargas como las propiedades del material del que está fabricado el implante y se realizará una caracterización completa de todas ellas.

Mediante la utilización de este método es posible conocer, por una parte, los principales estadísticos de



Análisis estocástico

Obtención de las componentes elásticas



Regla de Neuber

Obtención de las componentes elástoplásticas



Expresión de Coffin y Basquin-Mason

Obtención vida a fatiga y desviación estándar

la duración del implante, es decir, vida media a fatiga y desviación típica de la misma y, por otro lado, la función de probabilidad acumulada con la cual se relaciona la probabilidad de fallo asociada a cada ciclo.

Con estos resultados es posible determinar, por ejemplo, si el fabricante está asumiendo demasiados riesgos a la hora de utilizar algún implante específico en pacientes o si, por el contrario, se puede modificar el diseño de tal forma que, asumiendo una probabilidad máxima admisible, se obtengan buenos resultados empleando, por ejemplo, menos material a la hora de fabricar el implante en cuestión, otro tipo de material, etc.

La metodología a seguir en todos los casos se divide en dos bloques diferenciados. En el primero de ellos se obtiene la vida media a fatiga del implante estudiado y su desviación estándar, tal y como se muestra en la figura de la derecha.

Una vez conocidos estos valores se deberán obtener los parámetros del modelo de daño acumulado de Bogdanoff y Kozin y construir la matriz de probabilidad de transición. En este momento se estará en condiciones de calcular la función acumulada de probabilidad de fallo del componente de estudio. Esta función de probabilidad acumulada aporta información acerca de cuánto va a durar el implante sin sufrir ningún daño (vida mínima esperada o, lo que es lo mismo, momento a partir del cual la probabilidad de fallo asociada deja de ser nula) y qué probabilidad de fallo está asociada a cada duración del implante.

Por último, para validar el método empleado se realizará una simulación de Monte Carlo mediante el uso del software comercial de elementos ANSYS. En este caso, cabe esperar que las funciones de probabilidad acumulada obtenidas por ambos métodos no tengan muchas diferencias.

Por otro lado, tan importante es saber cómo se va a comportar el implante en el caso de que se coloque sólo, como saber su comportamiento cuando se coloca una prótesis o, las diferencias que puedan existir entre distintos tipos de conexiones. Todos estos ejemplos pueden abordarse con la misma metodología explicada en los párrafos anteriores, y como tal se abordan los siguientes estudios:

Fatiga Aleatoria en...

| Conexiones internas hexagonales | |
|--|---|
| A.1 | Análisis individual de la conexión interna hexagonal del implante cilíndrico |
| A.2 | Análisis individual de la conexión interna hexagonal del implante cónico |
| A.3 | Análisis comparativo entre conexiones internas hexagonales del implante cilíndrico y cónico |
| A.4 | Comparación con otras conexiones existentes en el mercado. Análisis crítico de los resultados |
| A.5 | Estudio de las conexiones implantoprotésicas en implante cilíndrico |
| A.6 | Ídem con el implante cónico |

| Otro tipo de conexiones | |
|--------------------------------|---|
| A.7 | Fatiga del implante cilíndrico y cónico con conexión interna en función del tipo de ... diseñado (atornillado vs cementado) |
| A.8 | Comparación biomecánica de las conexiones internas en prótesis unitarias y en prótesis fija múltiples |

Investigaciones finalizadas

Publicaciones realizadas:

A New Model to Study Fatigue in Dental Implants Based on Probabilistic Finite Elements and Cumulative Damage Model

Prados-Privado M, Bea JA, Rojo R, Gehrke SA, Calvo-Guirado JL, Prados-Frutos JC. A New Model to Study Fatigue in Dental Implants Based on Probabilistic Finite Elements and Cumulative Damage Model. *Applied Bionics and Biomechanics*. Volume 2017, Article ID 3726361, 8 pages. <https://doi.org/10.1155/2017/3726361>

El objetivo de este estudio fue predecir la vida de dos conexiones distintas de un implante dental así como la fuerza transferida al hueso. La distribución de la tensión principal máxima predicha en el hueso cortical y trabecular fue de 32 MPa para la conexión externa y de 39 MPa para la conexión interna. Una vida media de ciclos 103 y 210 millones se obtuvieron para la conexión externa e interna, respectivamente.



Prados-Privado M, Prados-Frutos JC, Manchón A, Rojo R, Felice P, Bea JA. Dental Implants Fatigue as a Possible Failure of Implantologic Treatment: The Importance of Randomness in Fatigue Behaviour. *BioMed Research International*. Volume 2015, Article ID 825402, 7 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/825402>

El objetivo del presente estudio es mostrar cómo variables aleatorias afectan al comportamiento por fatiga calculado por un método de elementos finitos probabilísticos. El presente trabajo presenta un procedimiento mejorado para estudiar el comportamiento de fatiga con el fin de conocer las estadísticas de la vida de fatiga (media y varianza) y su probabilidad de fracaso (fatiga de vida versus probabilidad de fracaso).



María Prados-Privado M, Prados-Frutos JC, Gehrke SA, Sánchez Siles M, Calvo Guirado JL, Bea JA. Long-Term Fatigue and Its Probability of Failure Applied to Dental Implants. *BioMed Research International*. Volume 2016, Article ID 8927156, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8927156>

Este artículo se centra en el análisis de fatiga y explica un nuevo método para estudiar la misma desde el punto de vista probabilístico, basado en un modelo de daño acumulativo y elementos finitos probabilísticos, con el objetivo de obtener la vida útil y la probabilidad de fallo. El implante cilíndrico tiene un peor comportamiento sometido a la misma fuerza de carga en comparación con el implante cónico analizado.

Fecha inicio:

Mayo 2015.

Fecha fin:

Mayo 2017.