

## DESARROLLO DE UNA PRÓTESIS DE CADERA PERSONALIZADA

*Mario Comín*

Instituto de Biomecánica de Valencia

**EXISTEN DETERMINADAS PATOLOGÍAS DE CADERA CUYA COMPLEJIDAD IMPIDE QUE SEAN** tratadas con tallas estándar de prótesis comerciales. Con el fin de dar servicio a este tipo de pacientes la Sección de Implantes del IBV ha desarrollado en estrecha colaboración con el personal de la empresa SURGIVAL una prótesis de cadera personalizada para una paciente joven aquejada de una malformación congénita. Para ello se generó un modelo virtual de la articulación partiendo de la exploración de TAC, que se empleó en el diseño de la prótesis y en la planificación de la operación quirúrgica.

### **Development of a custom hip prosthesis**

There are certain hip pathologies that, due to their complexity, cannot be treated with standard sizes of the prostheses in the market. With the purpose of offering a service to the patients with this problem, the IBV's Surgical Implants Section has started a collaboration with the staff of SURGIVAL, to develop a custom hip prosthesis for a young patient suffering from a congenital malformation. A virtual model of the joint was created from a TAC exploration, used later in the design of the prosthesis and in the planning of the surgical operation.

La prótesis de cadera es un implante destinado a reemplazar una articulación de cadera deteriorada. Dicho deterioro puede deberse a diferentes factores entre los que se encuentran como más importantes:

- Factores degenerativos (artrosis).
- Inflamatorios (artritis reumatoide).
- Traumáticos (fracturas de cadera).
- Postquirúrgicos (cirugía de revisión).
- Tumorales.
- Hereditarios y congénitos.

Las patologías más comunes tratadas mediante prótesis de cadera son las degenerativas, las inflamatorias y las traumáticas. Para ellas existen multitud de soluciones comerciales que constan generalmente de un vástago femoral metálico, una cabeza femoral metálica o cerámica y un componente acetabular con un componente plástico sobre base metálica. Cada uno de dichos componentes presenta unas tallas estándar que cubren la mayor parte de los casos que aparecen. Sin embargo, algunas de las patologías como las hereditarias y

congénitas están asociadas a huesos con deformaciones importantes y dimensiones anómalas. El número de pacientes con este tipo de patologías es relativamente pequeño respecto a las patologías previamente comentadas y, desde un punto de vista comercial, no resulta “económicamente rentable” fabricar prótesis con dimensiones y tallas que se ajusten a sus necesidades específicas.

La solución para este tipo de pacientes es la realización de prótesis de cadera personalizadas que tengan en cuenta las características propias de cada paciente.

Éste es el caso de la paciente R.C. de 20 años de edad del Hospital Sant Pau de Barcelona. Dicha paciente afecta de mielomeningocele fue tratada quirúrgicamente en el periodo neonatal por una luxación paralítica de la cadera izquierda. A los 10 años de edad se realizó una intervención con aporte biológico en forma de techo sobre la cadera subluxada.

En la actualidad la paciente presentaba una artrosis grado IV de la cadera, siendo dolorosa y mostrando una anquilosis con tan sólo 20 grados de flexión libre y una actitud mínima en 50 grados de flexión, aducción de 15 grados y rotación interna de 20 grados. >

## 8 Implantes

> Tras valoración radiológica y con TAC se decide implantar una artroplastia total de cadera, advirtiendo la dificultad del procedimiento quirúrgico por el mal desarrollo del cotilo, con aplanamiento de la cavidad e hipoplasia de la cavidad medular femoral (figura 1).

Considerando las dificultades del caso clínico, el Dr. Enric Cáceres del Hospital Sant Pau de Barcelona consideró la necesidad de encargar una prótesis de cadera personalizada a la empresa SURGIVAL (asociada al IBV). Aunque la fabricación de este tipo de prótesis no es rentable en términos puramente económicos, la empresa acometió el desarrollo de la misma.

Figura 1: Radiografía digital antero-posterior de la paciente, en la que se observa la deformación congénita de la articulación de cadera izquierda.

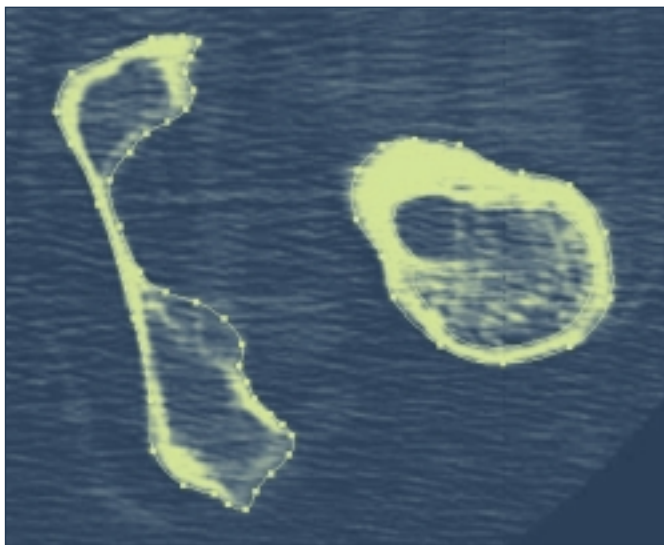
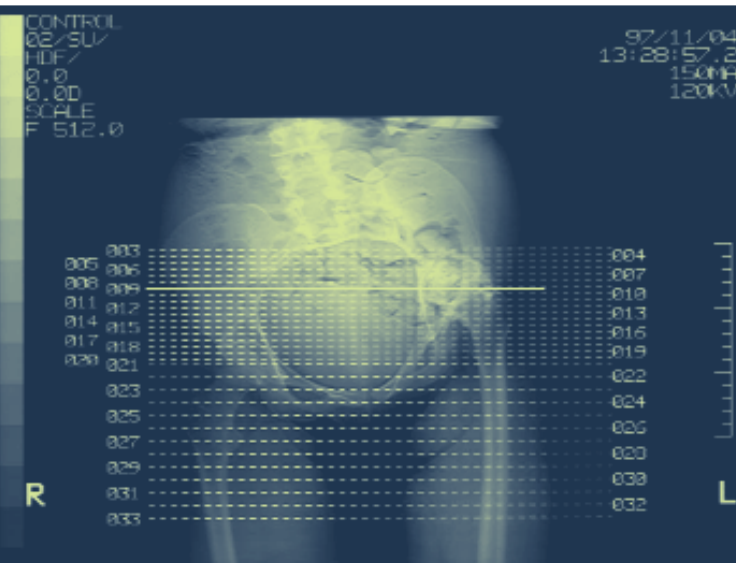


Figura 2. Curvas analíticas generadas sobre las corticales en un corte de TAC.

Para ello, y puesto que en el IBV se habían realizado previamente trabajos de investigación relacionados con el tema, la empresa contó para el desarrollo con el personal de la Sección de Implantes del IBV, enmarcándolo dentro de su contrato de asesoramiento continuado. Se contó durante el estudio con el imprescindible asesoramiento clínico del equipo científico de la empresa SURGIVAL.

Para facilitar la implantación de la prótesis en la paciente, no sólo se procedió al desarrollo del implante sino que también se realizó una reproducción virtual a partir de la exploración de TAC para diseñar el mejor abordaje y la táctica quirúrgica siendo necesaria la estrecha colaboración entre el equipo científico y técnico de la empresa SURGIVAL y el personal del IBV.

El proceso de diseño de la prótesis parte de una exploración convencional de TAC de la zona afectada de la paciente. Posteriormente se genera un modelo geométrico tridimensional de dicha zona y con dicho modelo introducido en el ordenador se plantea el diseño de la prótesis y la planificación de la operación. Con la prótesis ya definida se pasa a la fabricación de la misma y a su preparación para la implantación.

### GENERACIÓN DE LA GEOMETRÍA TRIDIMENSIONAL DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA AFECTADA

Para la generación de la geometría tridimensional de la articulación de la cadera de la paciente se parte de las imágenes de TAC en formato papel.

Los cortes obtenidos a partir de una exploración convencional de TAC (33 cortes) son digitalizados mediante un escáner, siendo las imágenes tratadas una a una para seleccionar la zona de interés y transformarlas todas a escala real. Mediante programas de diseño asistido por ordenador se ajustan curvas a las corticales externas e internas de los huesos en cada corte (figura 2).

Las curvas generadas para cada corte se posicionan en el espacio de acuerdo a la separación entre cortes del TAC. Para generar la geometría tridimensional (superficies) del fémur y la pelvis, se emplea una herramienta de CAD (skin) que genera una superficie que recubre las curvas planas. En la figura 3 se muestra el resultado de este proceso.

### DISEÑO DEL VÁSTAGO FEMORAL DE LA PRÓTESIS DE CADERA Y PLANIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN

La geometría del vástago femoral viene determinada por la forma del canal medular y de la cortical interna de la parte proximal del fémur teniendo en cuenta que debe ser fácilmente introducible en el alojamiento labrado previamente mediante una raspa. Puesto que para la implantación se suele emplear una osteotomía del cuello del fémur a 45°, la zona proximal del vástago de donde parte el cono lleva dicha



Figura 3. Modelos geométricos del fémur izquierdo y de la parte de la pelvis que configura la articulación de la cadera.

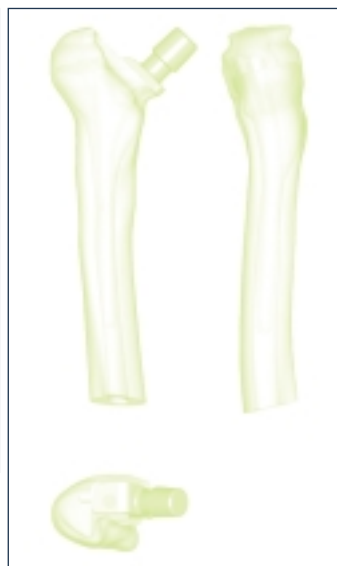


Figura 4: Vástago femoral personalizado.



Figura 5. Vista del hueso ilíaco con el injerto de la cabeza del fémur y fresado para un cotilo de 46 mm.

orientación y dotándose de un collarín para aumentar el apoyo sobre la zona inferior del cuello. Se selecciona una cabeza cerámica de tamaño pequeño (26 mm de diámetro) dadas las reducidas dimensiones de la articulación. En la figura 4 se observa el vástago diseñado introducido en el modelo tridimensional de hueso.

Puesto que la deformación provoca una desigualdad en la longitud de las piernas, con la intervención se pretende eliminar dicha disimetría para lo que se requiere desplazar distalmente el cotilo unos 15 mm. Con dicha operación, la parte superior del cotilo queda sin apoyo para lo que se requiere el empleo de injerto óseo que rellene dicho hueco. Se sugirió el empleo de parte de la cabeza del fémur a retirar como injerto de relleno que debería fijarse al hueso ilíaco con tornillos. En la figura 5 se muestra cómo queda la articulación manteniendo parte de la cabeza como injerto y fresando el hueso para insertar un cotilo de 46 mm.

### FABRICACIÓN DEL VÁSTAGO FEMORAL

El modelo tridimensional del vástago de cadera fue generado mediante programas de CAD por el departamento de I+D de SURGIVAL en colaboración con el IBV. Dada la complejidad de las formas del vástago, éste no pudo ser mecanizado mediante técnicas convencionales sino que debieron emplearse máquinas de control numérico.

Puesto que la paciente es joven, para la fijación del vástago femoral al hueso se seleccionó la técnica no cementada, para lo que se aplicó sobre el mismo una capa de hidroxiapatita.

### RESULTADO CLÍNICO

La prótesis fue implantada sobre la paciente con éxito siguiendo el procedimiento planificado previamente mediante

el modelo de ordenador.

Las imágenes generadas de la geometría de la articulación sirvieron de guía para que el grupo clínico del Hospital Sant Pau que realizó la intervención al poder formarse previamente una idea más clara del abordaje y la táctica quirúrgica.

En la figura 6 se muestra la radiografía de control postquirúrgico.

El buen resultado final de este trabajo fruto de la colaboración entre la empresa SURGIVAL y el IBV debe servir de estímulo a todos los agentes involucrados (clínicos, fabricantes e investigadores) para abordar nuevos retos que tienden en último término a mejorar la calidad de vida de este tipo de pacientes.

El personal del IBV por su parte se ve alentado a continuar investigando las técnicas de simulación tridimensional de abordajes quirúrgicos y de diseño de prótesis personalizadas para mejorar su oferta de este tipo de servicios.



Figura 6. Radiografía de control postquirúrgico en la que se observa el perfecto posicionamiento y ajuste de la prótesis personalizada.