

# SISTEMA DE SEGUIMIENTO POSTOPERATORIO DE PACIENTES TRATADOS MEDIANTE REPARACIÓN ENDOVASCULAR DEL ANEURISMA

M. de BLAS BRAVO<sup>1</sup>, J.H LEGARRETA<sup>2</sup>, F. BOTO<sup>2</sup>, C. PALOC<sup>2</sup>, G. GARCIA<sup>3</sup>, J. MAIORA<sup>3</sup>, E. GARRIDO<sup>4</sup>, E. MUÑOZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Hospital Donostia*

<sup>2</sup>*VICOMTech - Visual Communication and Interaction Technologies Centre. Donostia - San Sebastián*

<sup>3</sup>*Grupo de Controladores Industriales de la UPV-EHU*

<sup>4</sup>*e-Medica – Medical Information Technologies*

*Resumen. Una técnica quirúrgica utilizada actualmente en el tratamiento del Aneurisma Abdominal de Aorta (AAA) es la Reparación Endovascular del Aneurisma (EVAR). Mediante este procedimiento mínimamente invasivo se inserta una prótesis en el vaso aórtico que excluye el aneurisma de la circulación sanguínea. Este procedimiento está asociado con una reducción significativa de la mortalidad y el tiempo de recuperación. Sin embargo, requiere realizar una vigilancia periódica postoperatoria para garantizar que la prótesis es estable y no se observan fugas. Este seguimiento se basa principalmente en una evaluación subjetiva del cirujano a partir del historial del paciente y estudios periódicos de imágenes de Tomografía Axial Computerizada (TAC). En este trabajo se propone desarrollar un sistema para la asistencia del equipo médico en el seguimiento de los pacientes tratados con EVAR. Este sistema se basa en la generación de un modelo de conocimiento de apoyo a la decisión médica para un seguimiento más rápido y eficaz.*

## 1. Introducción

El Aneurisma Abdominal de Aorta (AAA) [1] [2][3] es una dilatación focal en algún punto de la sección abdominal de la aorta. Existen varios tratamientos hoy en día; una de las opciones es un procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo llamado Reparación Endovascular de Aneurisma (*Endovascular Aneurysm Repair* o EVAR) en el que se inserta una prótesis endovascular (*endovascular graft*) para excluir el aneurisma de la circulación sanguínea [4].

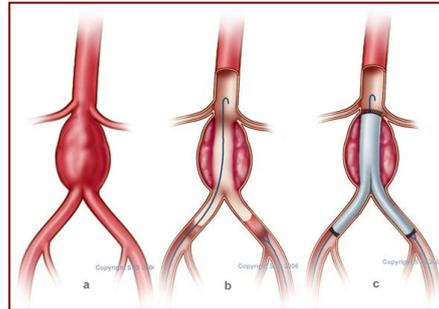
La EVAR (Figura 1) requiere un seguimiento postoperatorio para asegurar que la endoprótesis es estable (ausencia de fugas, es decir, de flujo sanguíneo dentro del saco aneurismático) y que el saco ha quedado debidamente excluido de la circulación. Una reducción del tamaño del aneurisma indica que la exclusión ha sido efectiva [5][6], mientras que una expansión del mismo o la presencia de una fuga son indicadores de que el tratamiento no ha sido efectivo, persistiendo el riesgo de ruptura del aneurisma.

Tras el tratamiento, muchos aneurismas disminuirán de tamaño; sin embargo, se ha observado que algunos aneurismas no varían o aumentan su tamaño a pesar de haber sido adecuadamente tratados por vía endovascular. Esto puede ocurrir por la presencia de una fuga [7], aunque en ocasiones el saco puede seguir aumentando de tamaño sin la presencia de una fuga detectable, fenómeno que se conoce como endotensión [8][9][10]. Este último caso es el que preocupa más al equipo médico.

El seguimiento postoperatorio de estos pacientes consiste principalmente en realizar estudios periódicos de imágenes de Tomografía Axial Computerizada (TAC) y una evaluación a partir

de estas imágenes y el historial clínico del paciente. Sin embargo la evaluación no deja de ser subjetiva y depende mucho de la experiencia del equipo.

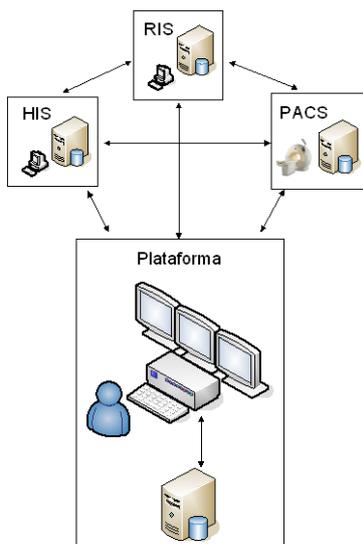
Junto con el Servicio de Cirugía Vasculay y la Sección de Radiología Intervencionista del Hospital Donostia, se está trabajando en el diseño y desarrollo de un modelo computacional para la predicción de la evolución del tratamiento en pacientes EVAR. En este modelo se está utilizando información específica de los pacientes, perfiles clínicos de los individuos y estudios TAC. Se ha desarrollado una base de datos, haciendo posible la fusión de datos heterogéneos: cuantificación de la imagen, registro médico del paciente, y conocimientos médicos sobre el mismo.



**Figura 1: EVAR**

## 2. Objetivos

El proyecto que incluye este trabajo tiene como objetivo final desarrollar una plataforma integrada en el Sistema de Información Hospitalario (HIS, *Hospital Information System*) capaz de ofrecer herramientas para la visualización, seguimiento y predicción del comportamiento del saco aneurismático tras la implantación de la prótesis endovascular. Dicha plataforma, tal como se muestra en la Figura 2, consistirá en una infraestructura capaz de comunicarse con el HIS para la obtención de datos del paciente y con el Sistema de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes (PACS, *Picture Archiving and Communications System*) para la obtención de imágenes con formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), en las que se almacenan los estudios TAC.

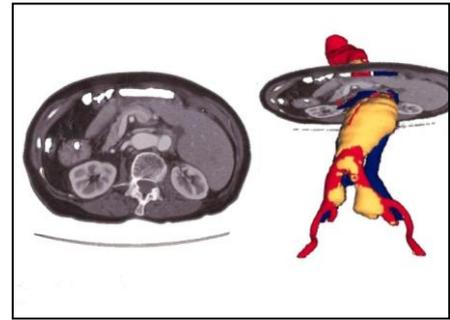


**Figura 2: Integración**

El tratamiento computacional de las secuencias TAC mediante algoritmos específicos desarrollados para el proyecto permitirá extraer las características físicas del saco aneurismático. Uniendo estos datos con el resto de información obtenida del HIS, se pretende ofrecer una herramienta robusta y fiable para el seguimiento postoperatorio de los pacientes tratados mediante EVAR.

La primera tarea fundamental es la identificación de datos clínicos críticos de diagnóstico por parte de los expertos médicos. Esta tarea consiste en identificar las clases de tendencias de evolución del EVAR, y por otra parte, en identificar las variables o características que permiten clasificar cada caso en una clase u otra. Por tanto, se requiere representar el conocimiento médico en un conjunto de variables que se debe formalizar a través del diseño de una base de datos. Para la gestión de ese conocimiento se propone implementar una interfaz de fácil uso en el sistema hospitalario, a través de la cual los profesionales sanitarios tendrán acceso a toda la información de los individuos y de los aneurismas objeto de seguimiento. De esta manera la recopilación de datos y la validación pueden ser llevadas a cabo por los expertos médicos.

Dichos datos de casos de pacientes reales podrán ser utilizados para el desarrollo de una herramienta de medición, análisis y predicción eficaz y que pueda ser validada por el equipo médico. La herramienta permitirá llevar a cabo el análisis de las transformaciones que experimenta el contenido del saco y configurar así el patrón que siguen aquellos pacientes que evolucionan de un modo positivo frente aquéllos en los que sigue persistiendo un flujo residual en el interior del aneurisma o frente a aquéllos cuyo aneurisma presenta el fenómeno de endotensión (Figura 3).



**Figura 3: Imágenes TAC**

### 3. Métodos

Actualmente, el equipo de la Unidad cuenta con más de 180 pacientes tratados y controlados a lo largo de varios años. El aumento de tamaño del saco aneurismático y la existencia de fugas se utiliza como criterio para evaluar el riesgo en la evolución del paciente.

El equipo clasifica los casos de la siguiente manera:

- *Evolución favorable.* Se puede observar una reducción del saco.
- *Fugas con evolución desfavorable.* Se observa un crecimiento del saco aneurismático con fugas provenientes de varias fuentes identificadas en las imágenes TAC.
- *Evolución desfavorable sin fugas.* Existe un crecimiento del saco sin que se observen fugas (fenómeno de endotensión).

El seguimiento de la evolución de los pacientes intervenidos con la técnica EVAR consiste en adquisiciones periódicas de TAC y las valoraciones correspondientes. Se está desarrollando un visualizador específico para este tipo de estudios, dotado de herramientas de análisis que permiten registrar las imágenes de un mismo estudio y extraer información morfológica de interés. Este módulo está basado en una interfaz genérica de programación de aplicaciones (API, Application Programming Interface) propia, la cual hace uso de las librerías de software VTK/ITK y Qt. Para la introducción de los datos, se decidió crear una interfaz Web, de uso y acceso sencillo, basada en formularios (empleando PHP y HTML). La información recopilada esta almacenada en una base de datos desarrollada en PostgreSQL.

### 4. Resultados

El equipo medico ha identificado una serie de indicadores y variables que pueden tener influencia en la evolución del aneurisma de un paciente con una prótesis consecuencia de una reparación endovascular.

Se ha completado una extensa base de datos (Figura 4) con el fin de recoger datos significativos sobre los pacientes con reparación endovascular. Los datos recogidos se pueden dividir en las siguientes categorías: administrativo, cardiovascular, preoperatorio (morfometría y textura aneurismática), quirúrgico, prótesis y evolutivo (morfometría y textura aneurismática). Algunos de ellos están recogidos en otros trabajos [11].



**Figura 4: Sistema de información**

La aplicación resultante está siendo validada por el Servicio de Cirugía Vasculay y la Sección de Radiología Intervencionista del Hospital Donostia. Esta base de datos permite centralizar toda la información, dispersa en distintos puntos del Sistema de Información Hospitalaria. Esta información es el punto de partida para la generación de un modelo de apoyo al diagnóstico.

Se han desarrollado herramientas de procesamiento semi-automáticas para la segmentación del aneurisma, de donde se extraen mediciones como el diámetro interno y externo, volumen, análisis de textura, etc.

Para realizar el análisis de textura del saco aneurismático tratado mediante EVAR se ha recurrido al empleo de diferentes métodos estadísticos, que aplicados a las imágenes de los estudios TAC, permiten obtener un conjunto de parámetros relacionados con las distribuciones de los niveles de gris en dichas imágenes. El objetivo de dicho estudio es el de identificar posibles correlaciones entre los cambios de textura en el interior del saco aneurismático con los distintos tipos de evolución temporal del tratamiento. Es necesario comparar cortes que correspondan exactamente a la misma región física del saco aneurismático, por ello se realiza en primer lugar un registro volumétrico del aneurisma segmentado, para después extraer los cortes más significativos.

## 5. Discusión

Los pacientes tratados presentan distintos tipos de aneurismas: abdominales o torácicos, toraco-abdominales, etc. Se cree que el modelo de predicción podría variar para cada caso.

Para la colocación de una endoprótesis aórtica se requieren determinadas características anatómicas que permitan tanto la navegación del graft a través del sistema circulatorio como su implantación en un lugar estable que nos asegure la ausencia de fugas y la no migración de la prótesis en el tiempo. La ruta de ascenso de la endoprótesis viene determinada por la

Se ha desarrollado una interfaz para recopilar y centralizar todos los datos (Figura 5). El equipo médico puede utilizar el sistema a través de un servidor de autenticación que le da acceso a la interfaz, donde pueden introducir la información correspondiente a un paciente nuevo, modificar o eliminar los datos de uno ya existente, y visualizar toda la información contenida en la base de datos

**Figura 5: Formularios de datos**

Cuello	Arterias Ilíacas	Saco aneurismático
Diámetros	Arteria sellado	Diámetro máximo
Longitud	Diámetro sellado	Superficie diámetro máximo
Angulación	Longitud sellado	Volumen
Trombo	Angulación primitiva	Trombo
Calcificación	Calcificación Primitiva	Longitud hasta la bifurcación
	Diámetro mínimo externo	Análisis de textura

**Tabla1: Indicadores Morfológicos Preoperatorios**

conocer los datos morfométricos previos a la intervención para llevar a cabo una operación con éxito (Tabla1).

Además también vamos a considerar Indicadores Intraoperatorios entre los que tendremos el tipo de prótesis utilizado en el paciente y datos como éxito técnico de la intervención, complicaciones, Stent de Palmaz, desplazamiento de la prótesis, etc.

Indicadores de Seguimiento
Fugas Tipo I,II,III o IV
Endotensión
Desplazamiento prótesis
Migración sagital respecto columna
Migración coronal respecto columna
Rotura prótesis
Reintervención
Complicaciones
Mortalidad

**Tabla2: Indicadores de Seguimiento**

reintervención, etc.

Los indicadores de morfología del saco obtenidos a partir de las imágenes de TAC incluyen, datos como volumen, superficie, diámetro, etc. Unido a estos indicadores, también se van a estudiar los indicadores de textura obtenidos de las imágenes, al igual que en el preoperatorio. Con este análisis de textura se va a estudiar sobre todo el fenómeno de endotensión, presente en pacientes, que sin apreciarse ninguna fuga el volumen del saco sigue aumentando (Tabla 2).

## 6. Conclusión

La fusión de datos procedentes de distintas fuentes podría ayudar a predecir el riesgo de ruptura de aneurismas tras reparación endovascular. El desarrollo de un modelo con ese fin sería de gran ayuda en los casos donde a pesar de que no se observan fugas el bulto aneurismático presenta un crecimiento continuo. Hemos desarrollado un modelo de información que ayude a los médicos a realizar un seguimiento de las variables relacionadas con el aneurisma.

El trabajo futuro incluye la explotación de la base de datos resultante para la investigación de un modelo computacional de la evolución de los aneurismas aórticos tratados mediante reparación endovascular. Este modelo permitirá no sólo ayudar a los profesionales en la toma

aneurismático del sistema circulatorio. Por todo ello es de vital importancia

Por último, los indicadores postoperatorios se realizan a intervalos regulares en el tiempo; el paciente debe tener reconocimientos periódicos, los cuales van a proporcionar indicadores basados en las imágenes TAC, observados por el equipo médico o indicadores en cuanto a complicaciones observadas, mortalidad,

Indicadores Morfología Saco
Diámetro máximo
Superficie transversal en el diámetro máximo
Volumen
Longitud hasta la bifurcación
Análisis de textura

de decisiones en el seguimiento de pacientes con EVAR, sino también a reducir al mínimo los riesgos asociados.

### **Agradecimientos**

Este trabajo está financiado por el Departamento de Industria Comercio y Turismo del Gobierno Vasco bajo la convocatoria de Proyectos de Desarrollo de Nuevos Productos (GAITEK).

### **Referencias**

- [1] Isselbacher EM. Diseases of the aorta. In: Libby P, Bonow RO, Mann DL, Zipes DP. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. 8th ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier; 2007: chap 56.
- [2] Rodin, M. B., Daviglius, M. L., Wong, G. C., Liu, K., Garside, D. B., Greenland, P. And Stamler, J. (July 2003). Middle Age Cardiovascular Risk Factors Risk Factors and Abdominal Aortic Aneurysms in Older Age. Hypertension, American Heart Association.
- [3] U.S. Preventive Services Task Force. (February, 2005). Screening for Abdominal Aortic Aneurysm: Recommendation Statement. Annals of Internal Medicine. Vol 142. No. 3.198-202.
- [4] Thompson, M., Sayer, D., Loftus, I. and Morgan, R., (November 2007). Endovascular Treatment of Aortic Dissections. Endovascular Today, 22-24.
- [5] Ellozy, S.H., Carroccio, A., Lookstein, R.A., Jakobs T.S., Addis, M.D., Teodorescu, V.J., Marin, M.L., (2006). Abdominal aortic aneurysm sac shrinkage after endovascular aneurysm repair: correlation with chronic sac pressure measurement. J. Vasc. Surg., 43(1): 2-7
- [6] Sonesson, B., Dias, N., Malina, M., Olofsson, P., Griffin, D., Lindbland, B., Ivancev, K. (2003). Intra-aneurysm pressure measurements in successfully excluded abdominal aortic aneurysm after endovascular repair. J. Vasc. Surg.; 37(4): 733-8.
- [7] White GH, Yu W, May J et al, (1997). Endoleak as a complication of endoluminal grafting of abdominal aortic aneurysms: classification, incidence, diagnosis and management. J Endovasc Surg., 4:152-168.
- [8] Veith FJ, Baum RA, Ohki T. et al., (2002). Nature and significance of endoleaks and endotension: summary of opinions expressed at international conference. J Vasc Surg. 35:1029-1038.
- [9] White, G.H., May, J., Petrusek, P., Waugh, R., Stephen, M., Harris, J. (1999). Endotension: an Explanation for continued AAA growth after successful endoluminal repair. J Endovasc Surg., 6(4):308-15.
- [10] White, G.H. What are the causes of endotension? J Endovascular Therapy: 8(5): 454-456.
- [11] Elliot L, Chaikof, Jan D, Blankensteijn, Peter L, Harris, Geoffrey H, White, Christopher K, Zarins, Victor M, Bernhard, Jon S, Matsumura, James May, Frank J, Veith, Mark F, Fillinger, Robert B, Rutherford, and K. Craig Kent. (May 2002). Reporting standards for endovascular aortic aneurysm repair. JOURNAL OF VASCULAR SURGERY, Volume 35, Number 5. 1048-1060.