

Enfoque biomecánico para la predicción de ruptura de Aneurismas de Aorta Abdominal

Autores: Guillermo Vilalta-Alonso, Félix Nieto-Palomo, José A. Vilalta-Alonso, Carlos Vaquero-Puerta, María Ángeles Pérez-Rueda, Laurentiu Mihai-Lipsa
 CARTIF Centro tecnológico, Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, Hospital Clínico y Universidad de Valladolid, Instituto de las Tecnologías Avanzadas de la Producción (ITAP)

Fuente de Financiación: Ministerio de Ciencia e Innovación de España y Junta de Castilla y León.

Uno de los grandes retos al que se enfrentan los cirujanos vasculares a día de hoy, es la evaluación precisa del riesgo de ruptura de los aneurismas de aorta abdominal, lo que les permitiría tomar las decisiones más adecuadas de acuerdo al estado clínico de cada paciente y al grado de desarrollo de la patología. El actual pensamiento clínico generalizado es que la ruptura del aneurisma se pronostica monitorizando su diámetro máximo y/o su tasa de crecimiento, aconsejándose la intervención quirúrgica cuando el aneurisma alcanza 5-5.5 cm de diámetro y/o crece 0.5 cm/año. Sin embargo, se ha demostrado que estos criterios, aunque tienen una base empírica significativa, son insuficientes pues no tienen una fundamentación físicamente consistente y fallan.

Debido a esta limitación, las investigaciones se han centrado en mejorar el conocimiento y la comprensión de los procesos asociados con la evolución de los AAA, a fin de definir si otras variables pueden ser predictivas del riesgo de ruptura. La literatura comienza a reflejar la existencia de cierto consenso que, más que criterios empíricos, el desarrollo del concepto de factores biomecánicos multiniveles puede constituir un paso significativo para la evaluación precisa del riesgo de ruptura. Este nuevo enfoque tiene su fundamento en la integración, mediante relaciones apropiadas, de los factores de diferentes

naturalezas (biológica, estructural y geométrica) y escalas (temporal y dimensional) a niveles molecular, celular, de tejidos y de órganos.

La premisa básica del enfoque biomecánico para estimar el riesgo de ruptura en AAAs, es que este fenómeno sigue los principios de la falla material, o sea, un aneurisma rompe cuando las tensiones que actúan sobre la pared arterial aneurismática superan su resistencia última, reflejando la interacción existente entre el remodelado estructural de la pared arterial y la acción que sobre ésta ejerce el flujo sanguíneo.

El remodelado estructural está condicionado por las modificaciones que ocurren a nivel molecular y celular y que inciden sobre el estado material de la pared arterial lo que genera la deformación arterial (aneurisma). El surgimiento y desarrollo del AAA se asocia a la degeneración de la matriz extracelular provocada, principalmente, por la destrucción de la elastina y el colágeno, la pérdida del número de células del músculo liso, el incremento de la actividad proteolítica atribuido a la elevación en los niveles y la actividad de las metaloproteinasas, la calcificación arterial y el estrés oxidativo. La cuantificación y el peso de las variaciones temporales de estos factores se consideran a través de los *Determinantes Biomecánicos Biológicos*, cuya descripción eficiente es fundamental para establecer los modelos constitutivos de los materiales biológicos. Dichos modelos incorporan las variaciones, en el tiempo, de sus propiedades mecánicas y físicas definiendo el modelo a nivel

de tejido y representa un indicador de la capacidad de resistir la acción del flujo sanguíneo, mediante los *Biodeterminantes Estructurales*.

Por otro lado, el comportamiento del flujo sanguíneo es una consecuencia del remodelado estructural. Conceptualmente, el AAA se define como una dilatación de la aorta. De aquí que la magnitud de esta deformación, caracterizada por su morfometría y morfología, sea absolutamente relevante en la predicción del riesgo de ruptura estando demostrado que la geometría del aneurisma ejerce una significativa influencia sobre los patrones de flujo en el interior del saco aneurismático y consecuentemente sobre la distribución de las tensiones hemodinámicas (magnitud y localización de los máximos) que actúan sobre la capa íntima de la pared aneurismática. Si, debido al proceso de degeneración, la pared no puede resistir esta última acción ocurrirá, entonces, su ruptura.

El empleo del enfoque basado en el concepto de *biodeterminantes multiniveles*, proporciona un enfoque más apropiado para comprender la influencia y el rol de los diferentes procesos asociados al AAA, permitiendo, en consecuencia, mejorar la predicción de su ruptura, sobre bases personalizadas.