



Investigación con cooperación internacional

Ultrasonido intravascular como técnica de exploración Intracoronaria

En el Laboratorio de Física Aplicada de la Facultad de Ciencias de la ULA, se viene desarrollando un trabajo de investigación de carácter interdisciplinario, que tiene como objeto abordar el procesamiento de datos de las arterias coronarias utilizando técnicas de exploración intracoronaria, los cuales pueden ser presentados en un formato que permitirá a los médicos especialistas realizar sus estudios en mejores condiciones

Misael Rosales*

La arteriosclerosis cardiovascular ha incrementado su incidencia en forma muy vertiginosa, alcanzando, después de los años 50, el primer lugar como causa de mortalidad en los países industrializados, lugar que supera hasta el momento a enfermedades como el cáncer y los accidentes de tráfico de acuerdo con los

estudios de la Organización Mundial de la Salud. En efecto, las enfermedades cardiovasculares en general, tales como infarto de miocardio, angina de pecho, accidentes cerebrovasculares y enfermedades arteriales de brazos y piernas, han causado y continúan causando más muertes y consultas médicas

que otras enfermedades incluyendo el SIDA. Proyecciones realizadas hasta el año 2020, han concluido que de seguir esta tendencia, las enfermedades cardiovasculares serán la principal causa de muerte a nivel mundial.

Las enfermedades coronarias se desarrollan debido al estrechamiento de las paredes de las arterias coronarias, debido a la acumulación de material fibrótico y de cristales de calcio. Existen daños coronarios que son generados por la formación de trombos así como por la ruptura de placa, que pueden ser considerados mecanismos agudos de los síndromes coronarios. Un inminente problema que proviene del estrechamiento arterial, es que el flujo de sangre disminuye en forma significativa. Una oclusión arterial total puede empeorarse debido a una trombosis y el resultado puede ser un infarto.

La angiografía coronaria ha sido, hasta ahora, el método más avanzado para evaluar la anatomía coronaria arterial. Sin embargo, esta técnica, no permite visualizar la morfología interna de las paredes arteriales. Por otra parte, en la angiografía las mediciones del área transversal de los vasos dependen del ángulo de vista. El advenimiento de nuevos transductores de ultrasonido miniaturizados, y el desarrollo de electrónica y computación de alta velocidad, han permitido la introducción en el mercado de técnicas complementarias a la angiografía, lo cual permite vistas externas e internas de las arterias con mayor precisión.

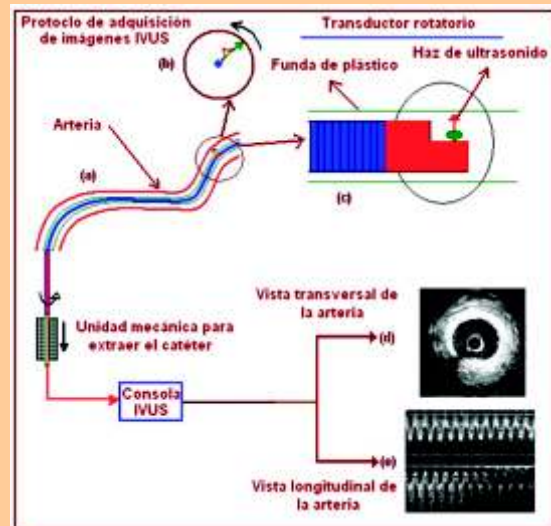
Ultrasonido intravascular, una técnica novedosa de gran utilidad

La introducción en el campo de la imagen médica del UltraSonido IntraVascular, IVUS, (ver figura) como una técnica exploratoria, ha determinado un cambio significativo para el entendimiento de las enfermedades arteriales y de los patrones individuales de las enfermedades coronarias. Esta técnica permite visualizar la sección transversal de la arteria posibilitando una evaluación de la placa también como de las diferentes capas de la pared arterial.

El análisis adecuado de la información IVUS permite conocer el mecanismo de la enfermedad así como a la composición y extensión de la misma. Las imágenes proveen información relacionada con las causas y la severidad del estrechamiento del lumen arterial, distinción de trombos de placa arteriosclerótica, reconocimiento de depósitos de calcio en la pared arterial, evaluación de los cambios posteriores a una intervención quirúrgica, evaluación y diagnóstico de aneurismas arteriales, diagnóstico de

fisuras en las placas arteriales, y la determinación, localización, dimensión y tipo de placa arteriosclerótica.

Protocolo de adquisición de imágenes IVUS



El catéter de IVUS es guiado manualmente y posicionado dentro de la arteria (a), luego es extraído por una unidad mecánica a velocidad constante. La información de los ecos recibidos al transductor es transformada a una imagen transversal de la arteria (d) o en su correspondiente vista longitudinal (e).

Investigación utilizando la técnica IVUS en la ULA

En el Laboratorio de Física Aplicada de la Facultad de Ciencias de la ULA, se viene desarrollando un trabajo de investigación de carácter interdisciplinario en cooperación con el “Centre de Visio per Computador”, de la Universidad Autònoma de Barcelona, España, El Hospital Universitario “Germans Tries y Pujol”, de Badalona España y la firma Boston Scientific USA, el cual tiene como objeto abordar una serie de problemas relacionados con la técnica IVUS, así como del procesamiento y la visualización de estos datos en el formato que los médicos especialistas están acostumbrados a utilizar para sus estudios.

Este trabajo de cooperación está desarrollando varias líneas de investigación: Una primera línea está orientada a la obtención de datos IVUS en forma simulada, haciendo uso de un modelo físico que toma en cuenta la interacción del ultrasonido con una arteria sintética. Este estudio tiene varias utilidades prácticas muy importantes. En primer lugar, los expertos pueden generar imágenes simuladas con el propósito de observar estructuras arteriales de interés clínico al compararlas con imágenes reales. En segundo lugar, los investigadores y médicos participantes en este trabajo, hacen uso de este modelo de simulación para

aprender y comparar la influencia de los diferentes parámetros físicos en la formación de la imagen. Por último, el modelo permite generar grandes bases de datos sintéticos, creadas bajo condiciones controladas para diferentes pacientes en estudio, con el fin de validar y contrastar técnicas estándar de procesamiento de imágenes.

Una segunda línea de investigación está orientada a comprender los efectos que tiene la micro y macroarquitectura de la pared arterial sobre el comportamiento estático y dinámico de las imágenes IVUS, en presencia de la presión sanguínea. Entender la correlación entre la apariencia de las imágenes obtenidas con la técnica IVUS debido a la configuración geométrica de las paredes de la arteria en situación normal y bajo la influencia de una patología, es un reto que tiene como meta la derivación de las propiedades morfológicas y dinámicas de la pared arterial.

Finalmente, una línea de investigación ya iniciada con el Dr. Nelson Pantoja Vázquez del Grupo de Física Fundamental de la Facultad de Ciencias de la ULA, es la reconstrucción tridimensional de la forma real de la arteria sólo a partir de las imágenes transversales generadas por la sonda IVUS. Este tema representa un reto tecnológico en el área de cateterismo intravascular, y tendrá como propósito recuperar la información sobre las propiedades geométricas de las arterias, tales como curvatura y tortuosidad, a partir de las secciones transversales generadas con la técnica IVUS. Esto permitiría la obtención de imágenes de la pared arterial en tres dimensiones, beneficiando directamente a los médicos especialistas, al proveerles una mejor información que les ayude, por ejemplo, a determinar la longitud real de una lesión arterial, dato necesario para la implantación de dispositivos mecánicos de dilatación intracoronaria así como la valoración y seguimiento cuantitativo de lesiones pre y post operatorias.

Líneas futuras

La creación en nuestra Facultad de Ciencias de la ULA de un grupo de investigación en el área de Imagen Médica Funcional, será el principal objetivo a mediano plazo. Las líneas de trabajo de este grupo tendrán



como meta, desarrollar y/o implantar algoritmos computarizados que permitan estudiar la correlación estadística entre los descriptores de una imagen o secuencia médica y su dependencia órgano-funcional.

En el área concreta de UltraSonido Intravascular, esta investigación tendrá cuatro aspectos básicos, a saber:

- Evaluar las propiedades elásticas de la pared arterial para pacientes "in vivo", usando la influencia de la presión sanguínea, como presión de deformación pulsátil, para obtener la deformación relativa del lumen de la arteria. Esta técnica permitiría tanto la caracterización de la pared arterial como la de placa aterosclerótica vulnerable, cuyo desprendimiento es una de las principales causas de muerte en enfermedades cardiovasculares.

- Para frecuencias de ultrasonido superiores a 40MHz es posible observar en las imágenes transversales de IVUS, la configuración de fibras que conforman la pared arterial. Un estudio exhaustivo de las propiedades texturales de las imágenes será usado para estimar la densidad de fibras helicoidales, con el objeto de obtener propiedades intrínsecas de la pared del vaso, como figura de mérito para evaluar el estado fisiológico local de la pared arterial.

- Reconstrucción tridimensional de arterias coronarias sólo a partir de secuencias de imágenes de IVUS.

- La dinámica de rotación de las secuencias de IVUS será empleada para evaluar la eficiencia de bombeo cardiaco. Para esto será necesario encontrar una correlación positiva entre la dinámica de rotación del corazón, obtenida a partir de las secuencias de IVUS y la eficiencia de bombeo cardiaco obtenida a partir de vistas angiográficas.

Todo este esfuerzo obedece a la cooperación multidisciplinaria entre el laboratorio de Física Aplicada de la Facultad de Ciencias de la ULA, y el Grupo de Imagen Médica que dirige la Dra. Petia Radeva Ivanova del Centre de Visio Per Computador, de la Universidad Autónoma de Barcelona, España y del Grupo de Hemodinámica del Hospital Universitario "Germans Trias y Pujol", de Badalona, España, bajo la dirección de la Dra. Josepha Maury, quien es la presidenta de la Sociedad Española de Cardiología. Finalmente, debo destacar que la realización de mi tesis doctoral, realizada en la Universidad de Barcelona, la cual aportó modestos avances a esta investigación, se dio en el marco de esta cooperación. Hoy una vez reincorporado a mis actividades como docente e investigador en la ULA, mantengo esta línea de trabajo buscando profundizar sus alcances y resultados.

**Profesor, investigador Facultad de Ciencias ULA
<http://www.webdelprofesor.ula.ve/ciencias/misael/>
E-mail: misael@ula.ve*

Ilustración y fotos: cortesía de Misael Rosales