

## **Tomógrafos Multicorte.**

### **Desafíos tecnológicos (Segunda parte)**

**Ing. Guillermo Mac Clay**

#### Imágenes Cardiacas

El área de cardiología es, dentro de todas las aplicaciones tomográficas, la que, sin lugar a dudas, exige de los mayores desarrollos tecnológicos. Hay que tener presente que se deben obtener imágenes que presenten, simultáneamente, las siguientes características: elevada resolución espacial isotrópica, excelente resolución de bajo contraste, rápida resolución temporal y un corto tiempo de adquisición; esto último es para favorecer la apnea del paciente durante el estudio.

La Figura 9 muestra un ejemplo del tipo de imagen logrado cuando se cumplen los factores antes mencionados. Se visualiza una excelente imagen cardíaca con reconstrucción volumétrica 3D, donde se ve claramente la presencia de un stent ubicado en la porción próximo-medial de la arteria coronaria izquierda descendente.

Las reconstrucciones curvas (CPR) muestran la presencia de placas blandas y estenosis neointimal dentro del stent.

Un diseño eficiente del sistema junto con espesores de cortes muy finos podría satisfacer los requerimientos de resolución isotrópica y de bajo contraste, pero para lograr la resolución temporal adecuada que permita obtener imágenes cardíacas libres de movimiento, con frecuencias cardíacas normales, es necesario recurrir a complejas técnicas de reconstrucción. Toshiba emplea en sus sistemas MSCT la técnica de reconstrucción retrospectiva adaptativa segmentada.

#### Reconstrucción Retrospectiva Adaptativa Segmentada

Para reconstruir cualquier imagen tomográfica es necesario adquirir, al menos, 180 grados de datos más el ángulo de apertura del haz de RX en el sentido del plano de corte, denominado Fan Beam. (Figura 10). Convencionalmente, esto se realiza utilizando los datos adquiridos en media rotación del gantry (Half Rotation). Esta técnica no es nueva, se ha venido empleando desde hace mucho tiempo en tomógrafos convencionales para reducir los potenciales movimientos de pacientes críticos o para reducir la carga térmica del tubo de RX.

En el caso de imágenes cardíacas la adquisición se realiza en conjunto con un electrocardiógrafo que "marca" las ondas R en el trazado ECG para que el sistema MSCT, "sepa" donde reconstruir. El método Half Reconstruction brinda una resolución temporal de aproximadamente la mitad del tiempo de rotación. La Figura 11 muestra un ejemplo típico de la técnica de reconstrucción de mitad de rotación, los semicírculos representan los datos involucrados en la reconstrucción.

Aún con el sistema MSCT que tuviera la mayor velocidad de rotación, esta no proporcionaría la adecuada resolución temporal que este método requiere para frecuencias cardíacas que estén por encima de los 65 latidos por minuto (bpm). Recordemos que 65 bpm implican 923 msec en el intervalo R-R, y media rotación de gantry correspondería a 0,46 segundos. La figura 12 muestra una imagen cardíaca de un paciente con 70 bpm y en la que claramente se observan los artefactos por movimientos.

En consecuencia se recurre a un algoritmo, denominado Reconstrucción Retrospectiva Segmentada, que se basa en técnicas, ya empleadas en adquisición de datos, de Resonancia Magnética Nuclear (MRI) en donde una imagen se obtiene a partir de varios latidos cardíacos. Los 180 grados de datos necesarios para formar una imagen tomográfica se

toman a partir de sumar pequeñas porciones de datos, denominados segmentos, ubicados en sucesivos latidos cardíacos, como se aprecia en la Figura 13. La resolución temporal resultante de la imagen es igual a la duración del segmento más largo. De esta manera con un tiempo de rotación del gantry de 400 mseg, y 5 porciones o segmentos es posible lograr una resolución temporal de 40 mseg. Cuanto más bajo sea este número, es decir, cuanto mayor sea la resolución temporal, mejor será la calidad de la imagen axial “congelada” (término que se asocia a una imagen libre de movimientos).

Es importante notar, también, que el hecho de dividir la reconstrucción en segmentos iguales sobre sucesivos latidos cardíacos es poco adecuado, ya que mínimas variaciones en la frecuencia cardíaca, entre latidos, podría alterar el tamaño óptimo de un segmento en particular, provocando artefactos por movimiento en la imagen, más aún, una extrasístole puede hacer inutilizable ese latido. Por esta razón, es crítico que el algoritmo de segmentación se adapte a la frecuencia cardíaca individual de cada paciente y a sus variaciones.

El software empleado por Toshiba, SURECardio, elige en primer lugar, en forma automática, los parámetros de adquisición tales como el Pitch y la velocidad de rotación del sistema MSCT en base a la frecuencia cardíaca del paciente, obtenida mediante el equipo de ECG. La figura 14 muestra un par de gráficos de Resolución temporal vs. Frecuencia Cardíaca del paciente, en base a ésta última, el sistema MSCT elige los parámetros de adquisición más adecuados para lograr la mejor resolución temporal.

En segundo lugar, el software SURECardio, emplea una exclusiva técnica denominada Reconstrucción Retrospectiva Adaptativa Segmentada que optimiza el número y tamaño de cada segmento individual para lograr la reconstrucción de imágenes axiales libres de todo movimiento. La figura 15 muestra el principio de dicha técnica la que brinda el soporte ideal para satisfacer un gran rango de casos clínicos que exhiben una alta variabilidad en las frecuencias cardiacas durante la realización del estudio. La figura 16 muestra un caso clínico de un paciente con una severa enfermedad coronaria y con Fibrilación Auricular (55 a 150 bpm). La figura 17 presenta una típica imagen de reconstrucción curva (CPR) de la rama coronaria derecha de un paciente al que se le esta evaluando su stent coronario.

Obsérvese la técnica y el tiempo de adquisición empleado.

## Conclusión

Tanto el software de reconstrucción TCOT, el cual soporta un gran ángulo cónico, como el software SURECardio, que permite estudiar un gran número de casos clínicos con tiempos de adquisición entre 6 y 9 segundos, posibilitan la obtención de excelentes imágenes isotrópicas de hasta 350 micrones, libres de artefactos debidos al haz cónico y a movimientos cardíacos con alta repetitibilidad y confiabilidad, haciendo del sistema MSCT Aquilion 64 un herramienta de diagnóstico ideal.

Ing. Guillermo Mac Clay  
Especialista de Producto  
Griensu S.A.