

# Propuesta de estandarización del control de uniformidad intrínseca de las gammacámaras

Lluís Solsona Harster<sup>1</sup>, David Llopis González<sup>1</sup>, Javier Pavía Segura<sup>1</sup>.

1 - CETIR Grup Mèdic. Barcelona.

## Resumen / Abstract

### Resumen

**Objetivos:** Determinar el resultado de la uniformidad intrínseca (UI) de las gammacámaras usando distintos parámetros de adquisición en el control de calidad semanal (QC).

**Material y métodos:** Cuatro experimentos de UI, empleando fuentes de Tc99m. Modificando los parámetros orientación, distancia, actividad y volumen de la fuente en 10 detectores con fotomultiplicadores de cristal de INa, con siguientes condiciones de adquisición: 4000 kctas, fuente centrada coincidiendo con el centro geométrico del detector, 2 metros de distancia detector/fuente, 0.1 ml de volumen en una jeringuilla de 1 ml y 150 microCi de Tc99m.

**Resultados:** Los resultados respecto a la distancia fuente / detector nos han mostrado que, a mayor separación entre ambas, mejor resultado. El punto de inflexión en general lo encontramos entre 1,5 y 2 m para que el resultado sea correcto. En cuanto a la rotación / fuente los resultados nos demuestran que el detector debe de estar paralelo en su centro geométrico respecto a la dosis, ya que una desviación de tan solo dos grados provocaría un empeoramiento de +0.5% de promedio. Respecto a qué dosis usar, los resultados muestran que los mejores valores de la UI no se encuentran usando dosis excesivamente bajas ni extremadamente altas (dentro de los límites establecidos por la normativa NEMA). En cuanto al volumen, hemos observado que usando jeringas mayores de 1 ml, mejorábamos sustancialmente el resultado final de la UI en todos los detectores.

**Conclusiones:** Teniendo en cuenta las variaciones que presentan los valores de la UI en función de la distancia y orientación fuente/detector y dosis-volumen de la fuente, recomendamos realizar dichos controles en idénticas condiciones semanalmente, siguiendo la reglamentación NEMA y atendiendo a la evidente mejora de rendimiento demostrada en nuestros experimentos.

### Abstract

**Objective:** To verify the Intrinsic Uniformity (IU) results using different acquisition parameters in the weekly gammacamera Quality Control (QC).

**Material and Methods:** We made 4 experiments using Tc99 sources and modifying the orientation, distance, activity and volume parameters of a source in ten detectors with INa photomultipliers applying the following acquisition conditions: 4000 Kc, the source 2 m far from the geometrical centre of the detectors, 0.1 ml into 1 ml syringe, and 150 Tc99m ?Ci.

**Results:** We found better results when the distance between detector/source is getting longer, but the better point we found between 1,5 and 2 m. We also found necessary the collimator position was parallel respect to the geometrical centre field of view, because a little deviation of only two degrees can offer a bad result between +0.5%. We study the dose that we should use, and the results show us that better results are not in the highest or smallest values of activity into the source. In volume parameters, we can see that if we use a source highest than 1 ml we obtained better results.

**Conculsion:** Following our results in the variation of IU values as for as the distance, rotation detector/source, dose and source activity, we recommend to perform this QC applying NEMA rules in same conditions every week and using the different parameters of our study to obtain better IU.

## Introducción

La uniformidad intrínseca (UI) es uno de los controles de calidad (QC) más importantes dentro de un servicio de medicina

nuclear (MN), ya que es el que garantiza una respuesta homogénea del detector y permite por tanto una buena adquisición de la imagen y su correcta traducción diagnóstica.

La UI es la que nos va a determinar la capacidad de detección homogénea de una gammacámara cuando se la somete a un flujo de radiación constante. Son muchos los factores que pueden contribuir a una deficiente UI del detector tales como golpes, mal funcionamiento de los fotomultiplicadores defectos en el cristal de INa, contaminaciones, cambios de la temperatura ambiente, en la tensión eléctrica, etc. Generalmente los equipos presentan unas UI inferiores a 5% mientras los equipos más antiguos se mueven en torno a unas superiores a este valor. Los equipos modernos suelen disponer de un software específico para calcular el resultado de la UI mientras los equipos mas antiguos, que suelen carecer de dicho software, deben calcular el resultado de la UI mediante la fórmula:

$$UI = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{\text{Max} + \text{Min}} \cdot Kc \cdot 100$$

**Figura 1**

Una buena UI debe mostrar la totalidad de la imagen uniforme, libre de captaciones artefactuales, así como la no visualización de los tubos fotomultiplicadores o zonas frías. En el caso de que la imagen no sea lo esperado tendremos que realizar un chequeo de posibles contaminaciones u objetos que nos pueden alterar el resultado de la UI.

Estos controles deben realizarse al menos una vez por semana (R.D 184/1999) en cada uno de los equipos que dispongamos para poder llevar un buen seguimiento y para poder valorar cualquier desviación en el resultado de la UI. Actualmente disponemos de las fuentes fijas de Co57, que emiten una E=122Kev (muy parecida a la del Tc99=140Kev) pero disponen de una vida media (T1/2 ) de 77 días, y resulta costoso económicamente; mientras que el Tc99 tiene T1/2 de 6 horas, fácil disponibilidad, por lo que para cada UI deberemos calcular la dosis y su volumen en cada QC.

## Material y Métodos

Hemos realizado cuatro experimentos utilizando los diferentes parámetros que sospechábamos influían directamente en la UI de los detectores:

- **Distancia** de la fuente al detector
- **Orientación** del detector respecto a la fuente
- **Actividad** de la fuente
- **Volumen** de la fuente

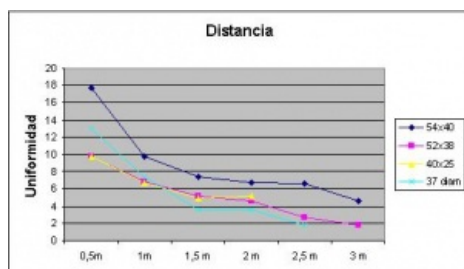
Las determinaciones han sido efectuadas en ocho gammacámaras diferentes y las hemos agrupado según las dimensiones del detector:

- 4 detectores de **54x40**
- 2 detectores de **52x38**
- 2 detectores de **40x25**
- 2 detectores circulares de **37cm.** de diámetro

Los equipos disponen de fotomultiplicadores de cristales de INa y los diferentes experimentos han sido efectuados el mismo día para cada detector en idénticas condiciones. A continuación detallamos nuestras condiciones standard :

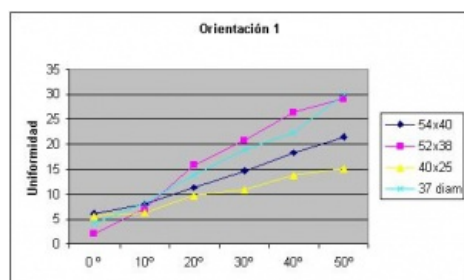
- Detección de 4000 Kilocuentas (Kc)
- 2 m de distancia detector-fuente
- 0.1 ml de volumen en jeringa de 1 ml
- 150 microCurios (μCi) de actividad de Tc99

## Resultados



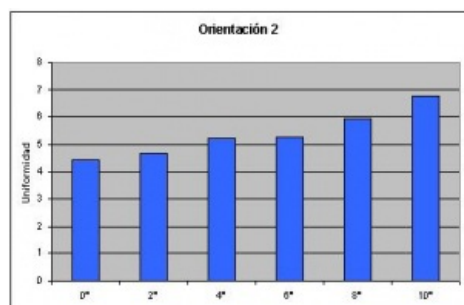
**Distancia**

Las variaciones de la UI con respecto a la distancia fuente-detector varían dependiendo de las dimensiones de cada detector, pero el punto de inflexión general se ve claramente en 1.5 metros. A partir de esa distancia mejora notablemente el rendimiento del control.



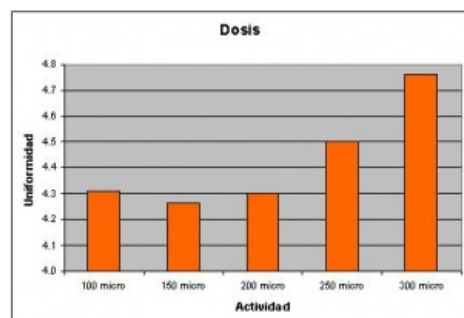
**Orientación 1**

Los experimentos realizados con la rotación del detector respecto de la fuente de 10 en 10 grados nos muestra el notable empeoramiento del control al alejar la incidencia de la fuente sobre el centro geométrico del detector.



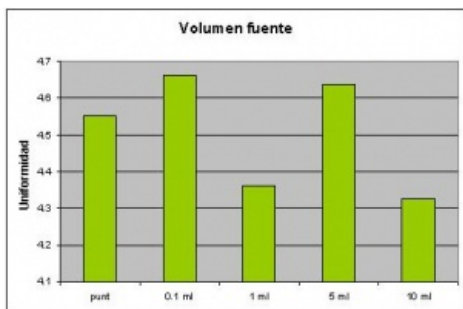
**Orientación 2**

Un segundo experimento con la rotación del detector cada 2 grados y efectuando un promedio de los diferentes detectores nos muestra la variación con un intervalo tan reducido.



**Dosis**

Un tercer experimento en condiciones standard pero variando la actividad de la fuente entre 100 - 300  $\mu\text{Ci}$  y calculando el promedio de todos los detectores nos indica que el mejor rendimiento no se halla en los valores extremos y mucho menos en actividades elevadas.



**Volumen Fuente**

El cuarto experimento, manteniendo la misma actividad pero variando el volumen de la fuente, procurando que esta sea geoméricamente proporcional al detector y calculando el promedio en todos los detectores refleja la mejora notable del rendimiento del control con volúmenes superiores a 1ml.

## Conclusiones

- Los controles de UI en MN, deben realizarse a una distancia detector-fuente mínima de 3 veces el tamaño del lado largo del detector. Recomendamos realizar los controles a distancias superiores a 2 m para que el resultado sea óptimo.
- La dosis ideal de la fuente se encuentra en los valores medios del intervalo 100-300 $\mu$ Ci, con un volumen superior a 1 ml y respetando al máximo la proporcionalidad de la misma a la geometría del detector. Es decir que para detectores circulares, fuentes de formas circulares mejoran sensiblemente el rendimiento del control.
- La fuente radioactiva debe coincidir con el centro geométrico exacto del detector. Cualquier variación al respecto empeoraría el resultado del control.
- Recomendamos, dada la variación que experimentaron nuestros resultados en función de los diferentes parámetros, realizar los controles de UI aplicando la normativa NEMA. Siempre procederemos repetitivamente (en idénticas condiciones standard cada semana) y preferiblemente utilizando fuentes de Tc99. También es recomendable realizar dichos controles cuando las Gammacámaras lleven unas horas funcionando.

## Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los colaboradores que han participado desinteresadamente en este estudio, el Sr. Adrián Soriano y Roberto Bilardo (Río Plata-Argentina).

## Referencias

01. Wagner, Szabo, Buchanan. Principles of Nuclear Medicine. Planar imaging. Second edition. WB Saunders Company. Philadelphia (USA). 1995
02. Protocolo nacional del control de calidad en la instrumentación en Medicina Nuclear. C-2 (Gammacámaras). Madrid 1995.
03. Michael K o Connor. The mayo clinic manual of nuclear medicine. Instrumentation in NM. Mayo Foundation 1996. NY (USA).