



**RADIOFREQUENCY CATHETER ABLATION:  
RELATIONSHIP BETWEEN FLUOROSCOPIC TIME AND  
SKIN DOSES ACCORDING TO DIAGNOSES.  
BASIS TO ESTABLISH A QUALITY ASSURANCE PROGRAMME**

**E. Cotelo<sup>1</sup>, J. Pouso<sup>2</sup>, W. Reyes<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Escuela Universitaria de Tecnología Médica, Universidad de la República,  
Montevideo, Uruguay

<sup>2</sup>Centro de Cómputos y Estadística del Departamento de Cardiología de Casa de Galicia,  
Montevideo, Uruguay

<sup>3</sup>Laboratorio de Electrofisiología de Casa de Galicia, Montevideo, Uruguay

**Abstract**

Radiofrequency Cardiac Catheter Ablation is an Interventional Radiology procedure of great complexity because of the cardiologist needs of a simultaneous evaluation of fluoroscopic images and electrophysiologic information. Therefore, the procedure typically involves extended fluoroscopic time that may cause radiation-skin injuries to patients. Skin doses depend on many factors: equipment design features and its proper use, cardiologist practice, fluoroscopic time, irradiated areas, application of radiation protection recommendations, etc. We evaluate fluoroscopic time in relation to pathology and we estimate skin doses on 233 procedures at the Electrophysiology Laboratory in Casa de Galicia, Montevideo, Uruguay. Significant differences among the medians of fluoroscopic time were found in those procedures depending on diagnoses and results. Higher fluoroscopic time was found in flutter and auricular tachycardia (median was 83 minutes,  $p=0.0001$ ). In successful procedures (almost 90%), median skin doses was 2.0 Grays ( $p=0.0001$ ). On the basis of records information, the standard operating procedure and the clinical protocol, expanding close cooperation between the cardiologists and the experts in Radiation Protection will secure the establishment of an Assurance Quality Program.

**1. Introducción**

La ablación por catéter utilizando radiofrecuencia(AC) es la primera opción terapéutica para un numeroso grupo de pacientes con taquiarritmias. La mayoría de las taquicardias de significación clínica se deben al mecanismo de reentrada, es decir, a la existencia en el corazón de un circuito anatómico y electrofisiológicamente definido que depende para su funcionamiento de una zona crítica. Identificando el circuito mediante un estudio electrofisiológico(EEF) y aplicando radiofrecuencia(AC) en su zona crítica, puede eliminarse la arritmia y curar al paciente. La ubicación de los catéteres se realiza a partir de imágenes fluoroscópicas. La complejidad del procedimiento hace que, en algunos casos, las dosis recibidas por los pacientes pueden producir efectos determinísticos en su piel[1]. Uruguay no tiene un Programa Nacional de Protección Radiológica(PR) y el currículum de la especialidad Cardiología no tiene horas asignadas a la formación en PR. Esto motivó el inicio a partir de agosto del año 2000, de un Programa de Educación en PR en Cardiología Intervencionista. Al iniciarse la etapa de evaluación de los procedimientos, los profesionales del Laboratorio de Electrofisiología Cardíaca de Casa de Galicia son ampliamente receptivos a la implementación de un Programa de Garantía de Calidad [2].

Con el fin de evaluar indicadores de posibles efectos determinísticos en la piel de los pacientes sometidos a AC, el presente trabajo tiene como objetivo determinar los tiempos de fluoroscopia ( $t$ ) y estimar las dosis en piel de pacientes(D) en función del diagnóstico que justifica el procedimiento.

## 2. Material y métodos

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Electrofisiología de Casa de Galicia sobre un total de 383 procedimientos en el período diciembre de 1992 a octubre de 2000. Se consideraron únicamente aquellos procedimientos realizados una única vez por sesión ( $n = 283$ ) en los que se aplicaron los siguientes criterios de exclusión: carencia o dudas en los datos de  $t$  ( $n = 22$ ), diagnósticos poco concluyentes ( $n = 10$ ) o más de uno ( $n = 17$ ) en el EEF, con lo que la población definitiva queda reducida a 233 AC en 218 pacientes, de las cuales 12 (5.2%) son reintervenciones en procedimientos independientes. Los diagnósticos del EEF fueron clasificados en 4 grupos (Tabla I).

**Tabla I. Agrupación de Diagnósticos en el EEF**

Diagnóstico	N (%)
Reentrada Nodal (RN)	103 (44.2)
Vías Accesorias (VA)	66 (28.3)
Flutter y Taquicardias Auriculares (FT)	37 (15.9)
Otros diagnósticos (*)	27 (11.6)

(\*) Fibrilación auricular crónica ( $n=17$ ), Fibrilación auricular paroxística ( $n = 7$ ) y Taquicardias ventriculares ( $n=3$ ).

Los tiempos de fluoroscopia fueron registrados sistemáticamente en el período junto a características básicas de los pacientes de interés para este estudio registradas en las historias clínicas y en la base de datos del Servicio de Electrofisiología (Tabla II).

**Tabla II. Características básicas de los pacientes sometidos a AC**

Diagnóstico	RN	VA	FT	Otros
N	103	66	37	27
Hombres (%)	23 (22.3)	37 (56.1)	20 (54.1)	22 (81.5)
Edad +/- 1ds (años)	49.7 +/- 18	37.1 +/- 18	56.7 +/- 14	58.8 +/- 10
Talla +/- 1ds (cm)	164 +/- 8	168 +/- 13	169 +/- 10	173 +/- 11
Peso +/- 1ds (Kg)	67 +/- 16	75 +/- 18	78 +/- 12	86 +/- 21

El equipo de fluoroscopia utilizado en todas las AC fue Siemens Elema modelo Angioskop D (año 1991), no tiene radioscopia pulsada ni mantiene la última imagen y careció de controles de calidad.

Todas las AC fueron realizadas por el mismo equipo de médicos electrofisiólogos, y se utilizaron los siguientes protocolos estandarizados: a) clínico, que comprende la inserción como mínimo de 4 catéteres: uno en seno coronario por vía subclavia y los restantes en aurícula y ventrículo derechos por vía femoral. El catéter de ablación siempre dispuso de un electrodo distal de 4 mm de superficie, con y sin control de temperatura, conectado a un generador de radiofrecuencia Medtronic-Cardiorhythm modelo Atakr. b) radiológico, inserción del catéter en seno coronario con proyecciones AP y OAI en un  $t$  promedio de un minuto. Inserción del resto de los catéteres, procedimientos diagnósticos y terapéuticos con proyecciones OAD (60% de  $t$ ) y OAI (40% de  $t$ ). Durante toda la práctica: diámetro de entrada del II es 23 cm, máxima distancia foco-piel y mínima distancia intensificador-piel. Debido a que, *no se dispone de instrumental*, se optó por el método que sigue para estimar D. Las constantes para la estimación de D fueron proporcionadas por la empresa CONATEL, que

realiza el Servicio Técnico del equipo radiológico. De acuerdo al equipo radiológico utilizado y los protocolos arriba señalados, se aplicó la siguiente:

$$D \text{ (Gy)} = 1.35 \times (\text{Rendimiento}) \times (m A) \times \text{tiempo de Fluoroscopia}$$

Donde: 1.35 es el factor de retrodispersión, m A es el promedio estimado a partir del equipo y del protocolo practicado[3][4]. Se aplican los factores de equivalencia entre unidades de medida y se realiza la corrección de la distancia para obtener el rendimiento a la entrada de la piel. Este método sobrestima la dosis en piel [3][4].

Se consideraron finalmente los resultados de la AC de acuerdo a los siguientes criterios clínicos:

- Éxito. Eliminación de la taquicardia por modificación o eliminación de la conducción en la vía lenta(en RN), por eliminación del o las VA, y en el flutter auricular la demostración de bloqueo bidireccional a nivel del istmo cavo-tricuspídeo.
- Éxito Parcial. No se cumplen totalmente los criterios de éxito aunque los circuitos de taquicardia son modificados. Solamente la evolución clínica podrá definir el éxito total.
- Falla. El procedimiento no cumple con ninguno de los objetivos.

### 3. Metodos estadísticos

Las variables centrales del estudio son estimadores de la radiación recibida por los pacientes sometidos a AC: los  $t$  registrados y una estimación de D durante las AC a través de la ecuación lineal descrita en métodos. Las variables de agrupamiento y comparación son los diagnósticos establecidos en el EEF y los resultados de la AC. Las distribuciones de ambos estimadores según diagnósticos difirieron significativamente de la normalidad según el test de Shapiro-Wilk, solamente se comportaron como normales las pequeñas distribuciones (éxito parcial y falla) por lo cual las comparaciones de  $t$  y de D se realizan a través de las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. Las comparaciones de proporciones de éxito según los diagnósticos se establecieron por medio de chi cuadrado, 1 grado de libertad. En todos los casos alfa = 0.05. Los datos fueron procesados en EPI INFO 6.04 B y Prophet V5.0.

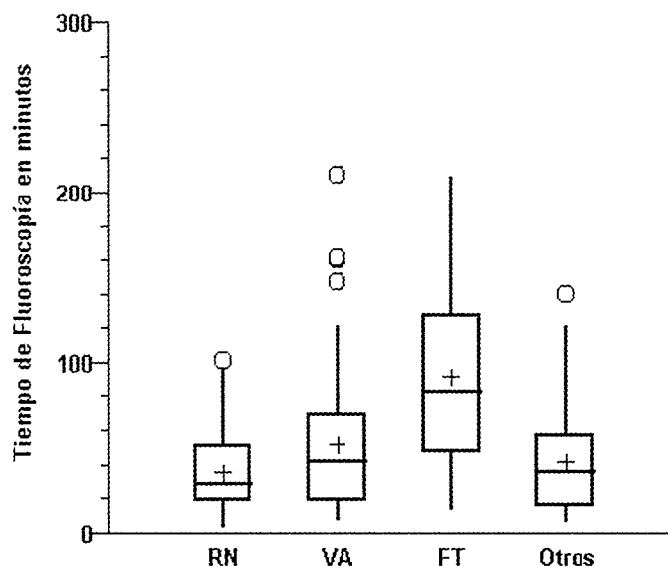
### 4. Resultados

Las medianas de  $t$  (83 min) y D estimada (5.0 Gy) para el diagnóstico FT fueron significativamente mayores que para los otros diagnósticos, los que no mostraron diferencias significativas entre sí (Tabla III y Figura 1).

**Tabla III. Tiempos de Fluoroscopia ( $t$  en minutos) y Dosis (D en Gy) según diagnósticos**

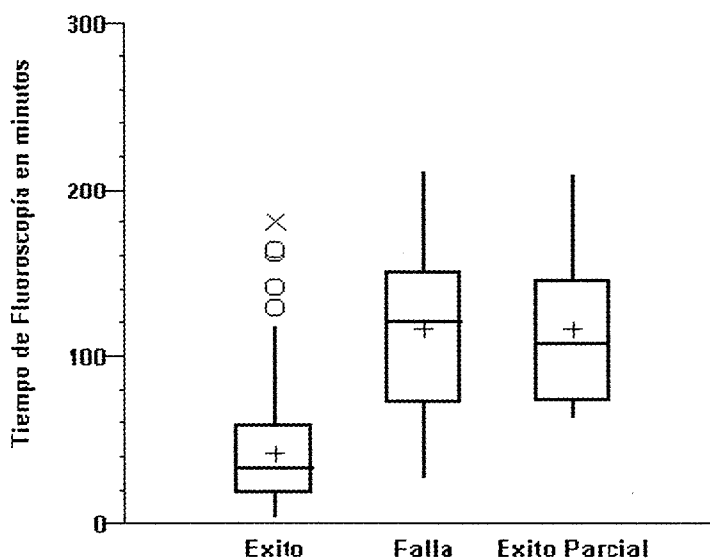
Diagnóstico	RN	VA	FT	Otros
$t$ Media +/- 1ds	36 +/- 25	52 +/- 43	91 +/- 50	42 +/- 35
$t$ Mediana	28	42	83	36
D Media +/- 1ds	2.1 +/- 1.5	3.1 +/- 2.6	5.5 +/- 2.9	2.5 +/- 2.1
D Mediana	1.7	2.5	5.0	2.2

Las medianas de  $t$  (33 min) y D estimada (2.0 Gy) para el resultado éxito fueron significativamente menores que para los otros resultados, los que tampoco mostraron diferencias significativas entre sí (Tabla IV y Figura 2)



**Figura 1.** Comparaciones de tiempos de fluoroscopia en 233 ablaciones por catéter de radiofrecuencia según diagnósticos en un servicio de Electrofisiología de Montevideo, Uruguay, entre 1992 y 2000.

El tiempo de FT es significativamente mayor que el del resto de los diagnósticos (kruskal-wallis,  $p = 0.0001$ ) quienes no mostraron diferencias significativas entre sí.



RN : reentrada nodal ( $n = 103$ ), VA: vías accesorias ( $n = 66$ ), FT: flutter y taquicardias auriculares ( $n = 37$ ) y Otros ( $n = 27$ ).

**Figura 2.** Comparaciones de tiempos de fluoroscopia en 233 ablaciones por catéter de radiofrecuencia según resultados obtenidos en un servicio de Electrofisiología de Montevideo, Uruguay, entre 1992 y 2000. El tiempo de éxito es significativamente menor que el de los otros resultados (kruskal-wallis,  $p = 0.0001$ ) quienes no mostraron diferencias significativas entre sí.

Éxito ( $n = 207$ ), éxito parcial ( $n = 8$ ) y falla ( $n = 18$ ).

**Tabla IV. Tiempos de Fluoroscopia (*t* en minutos) y Dosis (*D* en Gy) según resultados de AC**

Resultado	Éxito	Éxito Parcial	Fallo
<b>N (%)</b>	207 (88.8)	8 (3.4)	18 (7.7)
<i>t</i> Media +/- 1ds	42 +/- 31	107 +/- 48	116 +/- 51
<i>t</i> Mediana(min)	33	107.5	120
D Media +/- 1ds(Gy)	2.5 +/-1.9	6.9 +/- 2.9	6.9 +/-3.0
D Mediana(Gy)	2.0	6.4	7.2

La proporción de éxitos en FT, 24/37 (64.9%) es significativamente menor que RN(97.1%),  $p = 0.00001$  y que VA(90.9%),  $p = 0.001$ , pero no con otros, 23/27 (85.2%),  $p = 0.07$ .

## 5. Discusion

Si bien existe bibliografía de *D* en AC, no es habitual vincular *D* y *t* a los diagnósticos que justifican los procedimientos y sus resultados. Al tratarse de los mismos médicos electrofisiólogos, equipos de fluoroscopia y de radiofrecuencia, catéteres de ablación y protocolos clínicos y radiológicos, los diagnósticos y resultados de las AC determinan *t* y *D*, aunque nuestro cálculo de *D* está sujeto a error y tiende a la sobreestimación. En FT, *t* y *D* son elevados porque es una patología compleja, los catéteres tienen una superficie pequeña y el número de casos(15.9%) es bajo para modificar la curva de aprendizaje. La mediana de *t* en los procedimientos exitosos(casi 90%) es 33 minutos y aceptable para nuestras condiciones. Al considerar FT, el éxito es significativamente menor, lo que explica que sea el diagnóstico con mayor *t* y *D*. Clínicamente, *t* podría optimizarse utilizando catéter de superficie mayor a 4 mm; físicamente, *t* puede disminuirse con equipo de fluoroscopia pulsada, que sostenga la última imagen y con equipo biplano. *D* puede disminuirse aplicando un Programa de Garantía de Calidad y con un equipo de RX con otras características técnicas. Pese al error de nuestro cálculo de *D*, los pacientes sometidos a AC por FT, pueden alcanzar fácilmente el umbral de dosis para efectos determinísticos en piel [5].Es necesario medir *D* con protocolos establecidos e instrumental, para evaluar estos efectos y probabilidades de estocásticos. Dada la curva de aprendizaje de los médicos electrofisiólogos es difícil que cambie la diferencia de *t* entre FT y los demás diagnósticos.

## 6. Conclusiones

El tiempo de fluoroscopia y las dosis están determinados por el diagnóstico. Al evaluarse los elementos clínicos y físicos de este Laboratorio, se fundamenta el establecimiento de un Programa de Garantía de Calidad que será referencia en nuestro medio.

## Referencias

- [1] WAGNER L. Typical doses and biological implications. Categorical Course in Diagnostic Radiology Physics: Cardiac Catheterization Imaging. Editors: Nickoloff EL, Strauss KJ. 84<sup>th</sup> Scientific Assembly and Annual Meeting of the RSNA, 1988.

- [2] Practical Aspects of Radiation Protection in Interventional Radiology. Working material. Safety Report Series. Reproduced by the IAEA. Vienna . Austria. 1999
- [3] International Commission on Radiological Protection. Protection of the patient in diagnostic radiology. ICRP Publication 34. Annals of the ICRP 1982.
- [4] Diagnostic Physics Review Course. World Congress on Medical Physics. July 2000. Chicago.
- [5] International Commission on Radiological Protection. 1990. Recommendations of the IRCP Publication 60. Annals of the IRCP.1994