

## ¿Cómo reducir la exposición a la radiación en el laboratorio de electrofisiología?

<sup>1</sup>Adrian Baranchuk MD FACC FRCPC, <sup>1</sup>Gerry Scott MRT(R), <sup>2</sup>Carlos A. Morillo MD FACC FHRS, FESC, FRCPC

<sup>1</sup>Heart Rhythm Service, Kingston General Hospital, Queen's University, <sup>2</sup>Arrhythmia Service, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

### Resumen

La exposición permanente a radiación ionizante conlleva efectos deletéreos que incluyen lesiones dérmicas, aumento de la probabilidad de desarrollar neoplasias, alteraciones genéticas y lesiones oculares entre otras.

Los esfuerzos por disminuir la exposición a la radiación incluyen varias estrategias que involucran a diferentes grupos vinculados con la atención de pacientes. Sin embargo, el electrofisiólogo, como coordinador de este grupo de individuos, debe estar alerta y conocer todos los mecanismos posibles para disminuir los riesgos de la radiación.

En esta breve revisión se destacan de manera sencilla todas las medidas posibles para disminuir la exposición a la radiación.

### Palabras Claves:

Radiación; estudio electrofisiológico; dispositivos implantables

### How to reduce radiation exposure in the EP Lab?

Frequent exposure to ionising radiation increases the risk of skin and eye lesions, the probability of developing malignancies and genetic alterations. Significant efforts to reduce the exposure to radiation should be done by all members of the health care team, however; the electrophysiologist, as the most responsible physician, should be aware of all possible techniques to achieve this goal. In this Editorial we aimed to highlight in a simple manner, all

possible strategies to reduce exposure to radiation.

### Keywords:

Radiation, electrophysiology study, implantable devices.

### INTRODUCCIÓN

Los equipos de fluoroscopia actuales permiten modificar la radiación emitida de acuerdo a las necesidades clínicas de cada caso. Esta forma de modificar ciertos aspectos de los equipos de acuerdo "al gusto" del cliente, permite establecer estrategias que ayuden a reducir la exposición a la radiación (1).

Está bien establecido que por encima de los 2 Gy, aparecen lesiones dérmicas que progresan hasta la necrosis, dependiendo el tiempo de exposición (2).

El incremento en el riesgo de neoplasia fatal durante la vida por hora de fluoroscopia es del 0.048%-0.1%(3)

La electrofisiología se ha expandido notablemente en los últimos 20 años, pero en los últimos 5, las indicaciones de intervenciones electrofisiológicas se ramificaron hacia las dos grandes epidemias cardiovasculares del siglo: la fibrilación auricular (FA) y la insuficiencia cardiaca (ICC) (4,5).

Mediante la ablación de la FA, y el implante de dispositivos más sofisticados (terapia de resincronización) la electrofisiología actual es actualmente capaz de proveer alivio a pacientes que antes estaban obligados a convivir con síntomas debilitantes.

Correspondencia: Dr Adrian Baranchuk,  
Kingston General Hospital K7L 2V7  
Queen's University  
Phone: 613 549 6666 ext 3801  
Fax: 613 548 1387  
Email: [barancha@kqh.kari.net](mailto:barancha@kqh.kari.net)

Pero esta expansión ha también incrementado ciertos riesgos, tanto para el paciente como para el equipo médico a cargo de realizar estos procedimientos.

A mayor complejidad y desarrollo técnico, mayor duración de los procedimientos, y consecuentemente, mayor exposición a radiación (6).

Las preguntas obligadas son: ¿Prestamos suficiente atención a este tema? ¿Qué podemos hacer para controlar la exposición a los rayos?

En este breve artículo nos proponemos llamar la atención sobre este tópico, repasar todos los métodos establecidos para reducir la exposición a radiación en nuestros laboratorios, destacar la bibliografía disponible y finalmente proveer recomendaciones sencillas y prácticas para ser consideradas por cada grupo en sus centros de trabajo.

## MAGNITUD DEL PROBLEMA

La exposición a radiación ionizante involucra tanto a los pacientes, a los operadores y a técnicos, enfermeros y anestelistas que se encuentren dentro del laboratorio al momento de realizarse procedimientos (7). Claramente, el problema es mayor cuando la exposición es a altas dosis de radiación, por tiempos prolongados, a menor distancia entre el tubo emisor y los puntos de absorción, y a la absorción del “rebote” de la radiación (6,7).

Esto sugiere que los esfuerzos para controlar esta situación podrían redituarse en beneficios para todos aquellos que se encuentren en la sala durante los procedimientos.

En un trabajo con 500 ablaciones simples (sin uso de navegadores), Park (2) demostró que por encima de los 2 Gy (con menos de 2 horas de exposición) se producen eritemas dérmicos, que pueden evolucionar a lesiones dérmicas irreversibles como necrosis y ulceración con exposiciones a 18 Gy y 18 horas de radiación. Claramente, para pacientes que serán expuestos a uno o dos procedimientos en su vida, el riesgo no es alto, pero para operadores con exposición diaria, esto es altamente preocupante. El riesgo de neoplasia fatal durante la vida, aumenta

logarítmicamente con la exposición a radiación. Lo mismo sucede con las lesiones oculares (7).

Pero existiendo tantas alternativas para controlar la radiación, ¿Porqué consideramos que esto continúa siendo un problema?

Fundamentalmente porque los electrofisiólogos hemos delegado este tema en el personal de nuestras salas, estamos pendientes de otros asuntos como la calidad de las imágenes, los aspectos administrativos de nuestra profesión, y/o en desarrollar investigaciones, preparar conferencias, etc. Pareciera ser que proteger nuestra salud, y las de los que trabajan con nosotros, no es una prioridad en nuestra lista.

Lickfett y col (6). utilizaron un chaleco con 50 dosímetros termo-luminiscentes para detectar la absorción de radiación durante la ablación de la FA. En este estudio, además de confirmar que la fluoroscopia se utiliza mucho más en ablación de FA que en la ablación de aleteo auricular o taquicardia supraventricular, se demostró que la absorción de radiación por el paciente, continúa en parámetros seguros. Este grupo, trabajó con fluoroscopia programada a 7.5 pulsos por segundo, lo que se considera como baja intensidad (en nuestros centros hemos “acomodado” la radiación a estos niveles, lo que permite una visualización óptima aun para casos complejos). Más recientemente, Davies y col (3) evaluaron 3 modalidades utilizando la estrategia ALARA (*As Low As Reasonable Achievable*), mediante la combinación de incrementar los filtros y disminuir los pulsos por segundo. Se consiguió una dramática reducción de radiación tanto para estudios electrofisiológicos, ablaciones e implantes de resincronizadores. Por último quisiéramos mencionar nuevamente el estudio de Efstahopoulos y col (7) cuyo mérito fue incluir mediciones “*fantasma*” (reproducción de la posición del paciente, operador o personal) no solo para el paciente y el operador, sino también para el personal que interviene en el procedimiento (técnicos, enfermeros,

DOI: 10.5031/v1i2.RIA10183

anestesiastas). Nuevamente, áreas del cuerpo que reciben excesiva radiación fueron identificadas (rodillas, ojos, parte superior del tórax).

Los esfuerzos reconocen una estrategia multimodal (Tabla 1), que incluyen las siguientes aproximaciones:

## ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LA EXPOSICIÓN A RADIACIÓN

Estrategia	Comentario
Reducción del tiempo de fluoroscopia	Diseño de un plan, reducir imágenes innecesarias
Uso de chaleco plomado, collar y protección ocular	Simple, efectivo, bajo costo
Zerogravity	Alto costo, rediseño del Lab, muy efectivo
Cabinas protectoras	Alto costo, no requiere rediseño del Lab, muy efectivas
Pantallas	Bajo costo, efectivas, no reducen la radiación por rebote
Reducción de la intensidad	Simple, sencillo, requiere conocer los equipos
Colimación	Simple, muy efectivo, requiere generar el hábito
Remoción de "grids" secundarios	No disponible en todos los equipos, si se puede hacer es muy efectivo
Navegación robótica	Alto costo, rediseño del Lab en el caso Stereotaxis, Hansen y Amigo no requieren rediseño del Lab
Entrenamiento con simuladores	Sin distribución universal todavía, muy efectivo

1. Reducción del tiempo de fluoroscopia: sencillamente, un buen plan antes de comenzar el procedimiento ayudará disminuir la cantidad de radiación utilizada. Grabar únicamente las imágenes relevantes que servirán, en caso de ser necesario, para ilustrar el caso (1). Con el desarrollo de navegadores no fluoroscópicos (Navex, CARTO, etc.) los procedimientos más complejos (ablación de la FA, de cardiopatías congénitas y taquicardia ventricular) permiten prolongar el tiempo total del procedimiento sin necesariamente prolongar en exceso el tiempo de radioscopia. Las estrategias de ablación que utilizan uno o dos catéteres (técnica simplificada) demostraron, además, utilizar menor tiempo de fluoroscopia (8)

2. Utilización adecuada de chalecos plomados: estos deben ser evaluados anualmente para descubrir quebraduras, filtraciones, etc. Deben cubrir las rodillas y la parte superior del tórax. Los chalecos de dos piezas son preferibles a los de una pieza. Los chalecos ajustados a la anatomía del operador, resultan más seguros que aquellos utilizados por múltiples operadores. Recientemente, un grupo

canadiense de electrofisiólogos reporto un incremento de espondilosis cervical y lumbar con respecto a cardiólogos no intervencionistas (9).

Esto claramente es una complicación del uso de chalecos plomados y procedimientos prolongados. Una estrategia sencilla que puede evaluarse es la confección personalizada del chaleco. Uno de los coautores de este trabajo, ha incorporado suspensores elásticos a la parte inferior del chaleco, lo que permite cubrir las rodillas sin aumentar el peso sobre las caderas, y distribuir el peso en los hombros (Figura 1).

Los collares protectores de tiroides son frecuentemente utilizados. Aquellos ajustados a la parte superior del chaleco de 2 piezas, son más convenientes, ya que evitan ser utilizados por varios operadores. Si los dosímetros permanecen ajustados con "clips" al chaleco, es aconsejable que los chalecos no permanezcan dentro de la sala cuando NO se los utiliza, ya que los dosímetros registrarán mayor radiación que la verdaderamente recibida.

DOI: 10.5031/v1i2.RIA10183

3. Chalecos sin peso: el concepto recientemente desarrollado, implica la utilización de un protector que esta suspendido desde el techo (Zerogravity). Permite un movimiento

dinámico y una reducción de la radiación en 20 veces, comparada contra chalecos convencionales fue reciente mente publicada (Figura 2).



**Figura 1:** Chaleco plomado de dos piezas. La pieza inferior tiene suspensores elásticos (flechas blancas) para distribuir el peso en los hombros (a pedido del operador).

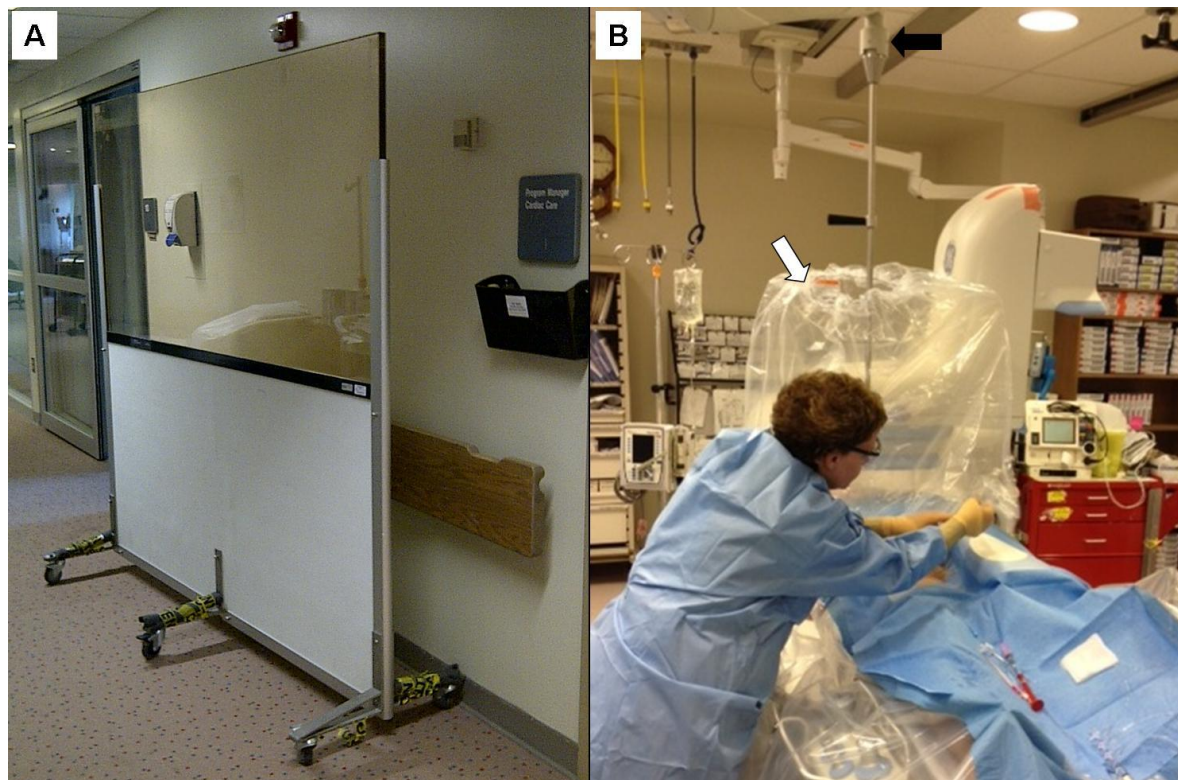
4. Cabinas protectoras: el grupo de Bordeaux publicó 2 experiencias (una con el uso de la cabina-CATHPAX-para la realización de estudios electrofisiológicos (10) (Figura 3) y ablaciones, y otra, agregado un modulo lateral, para el implante de dispositivos (11). Ambas cabinas disminuyeron significativamente la radiación sobre el operador.



**Figura 2:** Zerogravity. Nótese que el chaleco pende del techo facilitando los movimientos del operador.

5. Pantallas protectoras: pueden ser móviles y aislar a los técnicos que se encuentran dentro de la sala al comando de los polígrafos de registro y/o pueden aislar al personal de enfermería y anestesia (Figura 4A). Existen pantallas móviles para aislar al operador, generalmente ajustadas al techo, y con un brazo móvil para mover la pantalla según la incidencia de los rayos (antero-posterior, oblicuas, etc) (Figura 4B).

**Figura 3:** AB utilizando la cabina Cathpax durante la ablación de un aleteo auricular. El no tener chaleco plomado facilita los movimientos y reduce el stress sobre hombros y cadera.



**Figura 4:** A. Pantalla móvil para aislar al personal técnico. B. Pantalla móvil (flecha blanca) ajustada al techo (flecha negra) para aislar al operador.

5. Ajuste personalizado de la intensidad de la radiación: convencionalmente, la mayoría de los equipos emiten entre 12.5 y 15 pulsos por segundo. Varios grupos publicaron su experiencia reduciendo los pulsos a la mitad (entre 6.5 y 7.5 pulsos por segundo) (12). En nuestro laboratorio redujimos el valor nominal a 7.5 pulsos por segundo, y no encontramos ninguna diferencia para realizar aun procedimientos complejos.

6. Colimación: recientemente, un grupo australiano comparó dos estrategias: uso convencional de fluoroscopia vs. mínimo campo visual aceptable (13). Esta última estrategia consiste en usar los colimadores para reducir el campo visual a lo verdaderamente necesario para realizar un procedimiento (Figura 5 A y B). Esta estrategia redujo la exposición a radiación considerablemente, sin alteración de la calidad de los resultados. A esta simple y sencilla maniobra debe agregársele el no uso de magnificación (Figura 6 A y B). Ciertos grupos han desarrollado su experiencia mediante la magnificación de

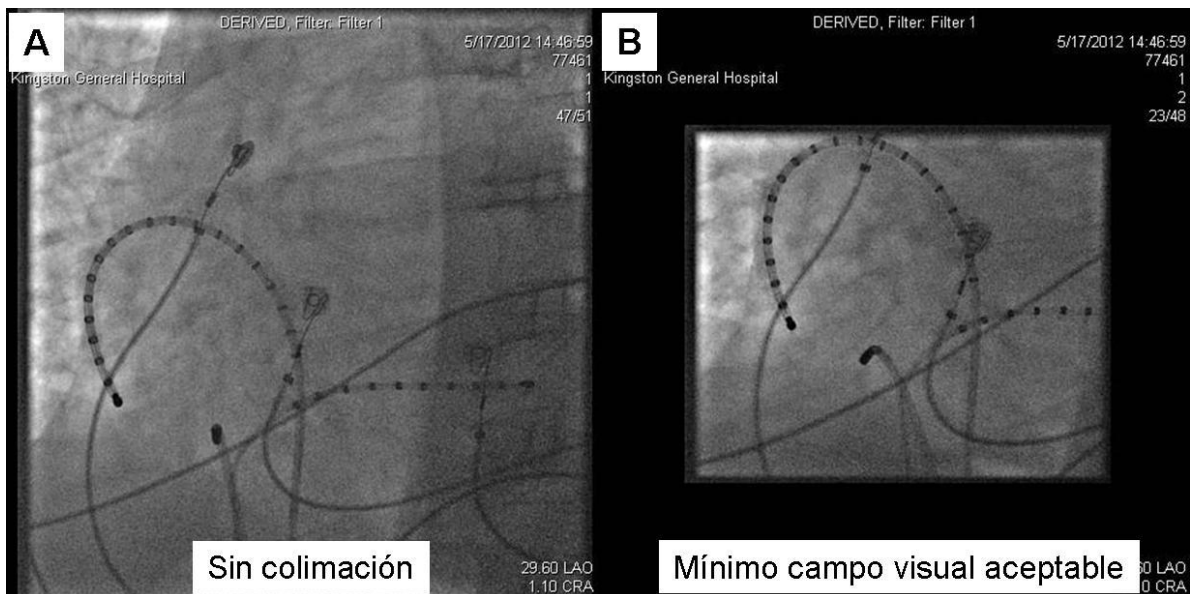
imágenes, lo cual incrementa la radiación. Los mismos resultados pueden obtenerse con magnificación “0” y ajustando los colimadores al máximo. Algunas compañías están trabajando en la magnificación de la imagen de pantalla sin utilizar magnificación en el fluoroscopio (imagen mayor a igual exposición de radiación).

7. Remoción de “grids” secundarios: ciertos equipos permiten la remoción del “grid” secundario que tiene por objeto la centralización de la radiación. Esto disminuye la dispersión pero al costo de incrementar la dosis total. Remover la grilla disminuye la calidad de la imagen, sin embargo, como vemos en la figura, la mayoría de los procedimientos todavía puede realizarse de manera segura, y la ganancia en términos de exposición a radiación son muy considerables.

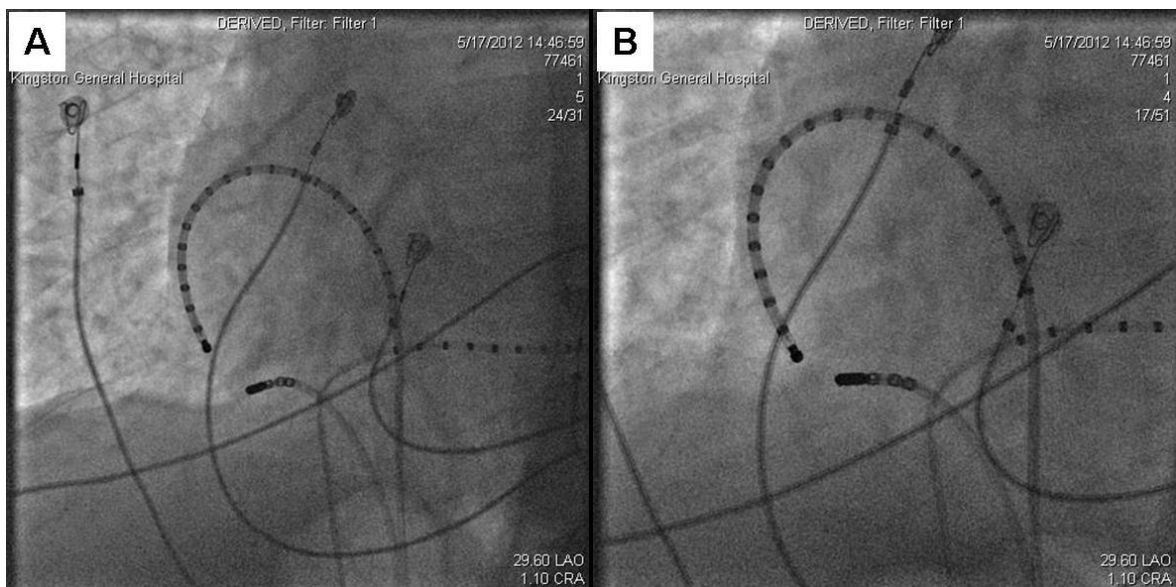
DOI: 10.5031/v1i2.RIA10183

8. Navegación robótica: la navegación robótica ha expandido sus indicaciones a procedimientos más largos y complejos, sin embargo, sus altos costos solo permite que centros seleccionados se beneficien de esta tecnología. Alguno de estos navegadores requieren la construcción de una laboratorio especializado (Stereotaxis) mientras que otros

solo requieren adquirir los equipos (Hansen, Amigo). Algunos traen incorporados sensores de presión (Hansen) mientras que otros no (Amigo). Todos ellos, como es de suponer, disminuyen drásticamente la exposición a la radiación.



**Figura 5:** A. Imagen sin colimación. B. Imagen con colimación hasta lograr el mínimo campo visual aceptable.



**Figura 6:** A. Imagen sin magnificar. B. Imagen magnificada. Nótese que la magnificación NO es necesaria para llevar a cabo el procedimiento.

9. Entrenamiento con simuladores: recientemente, el equipo del Dr De Ponti (14) ha

publicado la primera serie de entrenamiento en punción transeptal usando un nuevo

simulador. Los beneficios para el grupo entrenado de esta manera, en comparación con entrenamiento standard (es decir, con el paciente en vivo) demostró aumentar la efectividad, disminuir las complicaciones, e interesantemente, disminuir el tiempo de fluoroscopia. Si bien su uso no está universalmente aceptado, es posible que en el futuro, como sucede en otras profesiones, el uso de simuladores forme parte de nuestro arsenal de entrenamiento obligatorio.

## CONCLUSIONES Y ACCIÓN A FUTURO

Es la impresión de los autores, que el mundo de la electrofisiología no ha prestado debida atención a los efectos deletéreos de la radiación, y consecuentemente, se actúa con displicencia respecto a este problema. El primer punto es conocer la radiación total a la que estamos expuestos mediante el seguimiento de nuestros dosímetros. Para equipos que trabajan en más de un centro esto es dificultoso, pero debe hacerse de forma meticulosa. Para grupos con más de un operador, es necesario determinar un responsable en el seguimiento de la radiación de cada uno de los componentes del equipo.

Lo segundo es el uso de métodos de barrera, ya sean chalecos plomados (con el debido mantenimiento), collares, lentes o formas más sofisticadas como son las cabinas protectoras. Deben usarse simultáneamente todos los elementos disponibles (pantallas, colimación, etc.).

La planificación adecuada del caso, claramente ayuda a prevenir exposiciones prolongadas. El uso de nuevas tecnologías debe ser considerada también como un mecanismo para reducir la exposición a rayos.

Por último, maniobras sencillas de uso común deben ser sistemáticamente aplicadas para reducir al mínimo posible la exposición a fluoroscopia (colimación, remoción de "grids" secundarios, reducción de pulsos por segundo, etc.).

Solamente tomando conciencia del riesgo que involucra nuestra profesión para nuestra salud y las de los que nos acompañan en la sala, es que podremos intervenir eficazmente para reducir el riesgo inherente a nuestra actividad.

## REFERENCIAS

1. Miller DL, Vañó E, Bartal G et al. Occupational Radiation Protection in Interventional Radiology: A Joint Guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2010; 33: 230-239
2. Park TH, Eichling JO, Schechtman KB, et al. Risk of Radiation Induced Skin Injuries from Arrhythmia Ablation Procedures. *PACE* 1996;19: 1363-1369
3. Davies AG, Cowen AR, Kengyelics SM et al. X-Ray Dose Reduction in Fluoroscopically Guided Electrophysiology Procedures. *PACE* 2006; 29: 262-271
4. Miranda R, Simpson CS, Michael KA, Abdollah H, Baranchuk A, Redfearn DP. Advances in the treatment of Atrial Fibrillation. *Minerva Cardioangiol* 2010;58 (6):637-648
5. Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, et al. 2009 Focused update incorporated into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines Developed in Collaboration With the International Society for Heart and Lung Transplantation. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53(15):e1-e90
6. Lickfett L, Mahesh M, Vasamreddy C et al. Radiation Exposure During Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *Circulation* 2004;110: 3003-3010
7. Efsthathopoulos EP, Katritsis DG, Kottou S, et al. Patient and staff radiation dosimetry during cardiac electrophysiology studies and catheter ablation procedures: a comprehensive analysis. *Europace* 2006;8: 443-448
8. Femenía F, Arce M, Arrieta M, Palazzolo J, Trucco E. Long-term results of slow pathway ablation in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia: simple approach. *J Electrocardiol.* 2012;45(3):203-208.
9. Birnie D, Healey JS, Krahn AD et al. Prevalence and Risk Factors for Cervical and

---

DOI: 10.5031/v1i2.RIA10183

Lumbar Spondylosis in Interventional Electrophysiologists. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2011;22:957-960

10. Dragusin O, Weerasooriya R, Jais P, et al. Evaluation of a radiation protection cabin for invasive electrophysiological procedures. *Eur H Journal* 2007;28: 183-189

11. Ploux S, Ritter P, Haisaguerre M, et al. Performance of a Radiation Protection Cabin During Implantation of Pacemakers or Cardioverter Defibrillators. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2010;21: 428-430

12. Rogers DPS, England F, Lozhkin K et al. Improving safety in the electrophysiology laboratory using a simple radiation dose reduction strategy: a study of 1007 radiofrequency ablation procedures. *Heart* 2011;97: 366-370

13. Walters TE, Kistler PM, Morton JB, et al. Impact of collimation on radiation exposure during interventional electrophysiology. *Europace* 2012; (advanced papers)

14. De Ponti R, Marazzi R, Ghiringhelli S, et al. Superiority of simulator-based training compared with conventional training methodologies in the performance of transseptal catheterization. *J Am Coll Cardiol* 2011; 58 (4):359-63.