

# Capacitación en protección radiológica en Cardiología Intervencionista en la Argentina

Training on radiation protection in Interventional Cardiology in Argentina

Amalia. Descalzo<sup>1</sup>, R. Touzet<sup>2,5</sup>, M. Di Giorgio<sup>3,5</sup>, M. Portas<sup>4</sup>, Diana Dubner<sup>3,5</sup>, B. Gregori<sup>3,5</sup>, Adrián Discacciatti<sup>3</sup>, R. Sansogne<sup>6</sup>, G. Sánchez<sup>6</sup>, Cinthia Papp<sup>2,5,6</sup>, Marcelo Ruda Vega<sup>1</sup>

## RESUMEN

Los niveles de radiación recibidos por profesionales y pacientes, en procedimientos cardiológicos intervencionistas, se encuentran en la escala más elevada dentro de las prácticas médicas con rayos X. Asimismo, en los últimos años se ha incrementado el número de procedimientos y la complejidad de los mismos, así como también de nuevas técnicas y equipamiento. Si bien han avanzado notablemente y disminuido la morbilidad de los pacientes, el incremento de dosis puede ser notable, y por lo tanto es imprescindible una adecuada capacitación en protección radiológica. El Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas (CACI) realiza una capacitación formal mediante un sistema de entrenamiento y acreditación formal desde hace 25 años. En forma conjunta, la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y el Colegio otorgan el título de Médico Especialista en Hemodinamia, Angiografía General y Cardioangiología Intervencionista, de tres años de duración. La Carrera es única en Latinoamérica, por lo cual se capacita a profesionales de toda la región, de los 322 alumnos egresados hasta el momento 49 de ellos son alumnos de otros países. Desde el año 2008, se implementó un Programa de Radiobiología y Radioprotección de 4-6 horas de duración, dictado por un conjunto interdisciplinario de profesionales pertenecientes a distintas instituciones (UBA, CNEA, ARN, SAFIM, SAR, CACI, Hospital de Quemados, representantes de empresas - angiógrafos y dosimetría). En el año 2013, se incrementaron las horas de clases a 16 hs dividido en dos jornadas. Finalmente, en el año 2013, se aceptó el programa como materia dentro de la Carrera de Especialista. Se otorgaron 24 hs de duración tal como lo indican las recomendaciones internacionales para el entrenamiento de Especialistas en Cardiología Intervencionista. El programa de la materia fue diseñado en base a la Guía N° 116 de la European Commission.

**Palabras claves:** protección radiológica, capacitación, cardiología intervencionista.

## ABSTRACT

Radiation levels received by professionals and patients during interventional cardiological procedures are on the highest scale within medical practices using X-rays. In addition, in recent years the number of procedures and the complexity of procedures have increased, as well as new techniques and equipment. Although patients' morbidity has diminished considerably, the dose increase might be significant; and therefore, adequate training in radiation protection is essential.

For more than 25 years, the Argentine College of Interventional Cardioangiologists (CACI) run an academic training through a formal training and accreditation system. The Faculty of Medicine of the Buenos Aires University (UBA) and the College jointly grant the title of Specialist Doctor in Hemodynamics, General Angiography and Interventional Cardioangiology. The College Course of Studies lasts 3 years and is unique in Latin America, so professionals from all over the region are trained. Forty nine out of 322 graduated students are foreign.

Since 2008, a program of Radiobiology and Radioprotection of 4-6 hours has been implemented. This program is lectured by an interdisciplinary group of professionals who belong to different institutions (UBA, CNEA, ARN, SAFIM, SAR, CACI, Hospital de Quemados GCBA, representatives of companies - angiographs and dosimetry). In 2013, the hours of classes were increased to 16 hours divided in two days.

Finally, the program was accepted in 2013 as a subject within the Specialist Course of Studies, and it was provided with 24 hours duration as indicated by the international recommendations for the training of Specialists in Interventional Cardiology. The subject program was designed according to Guide No. 116 of the European Commission.

**Keywords:** radiation protection, training, interventional cardiology.

Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista 2017;8(1):21-25

## 1. INTRODUCCIÓN

En el año 2000, el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiación Atómica (UNSCEAR: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), indicó que de las fuentes de radiación ionizante artificiales, las que se

emplean en aplicaciones médicas representan el mayor porcentaje de exposición para la población<sup>1</sup>. De la dosis efectiva colectiva anual aportada por todas las categorías de exposición en Estados Unidos de América, el 48% es debido al uso de las radiaciones ionizantes en aplicaciones médicas (**Figura 1**) según informó el Consejo Nacional de Protección Radiológica y Mediciones (NCRP: National Council on Radiation Protection and Measurements)<sup>2</sup>. El uso de la fluoroscopia en intervencionismo (procedimiento mínimamente invasivo, permite a los médicos con experiencia en técnicas de imágenes guiar pequeños catéteres a través de los vasos sanguíneos u otras vías para diagnosticar y/o tratar enfermedades) aporta al menos el 7% de la dosis colectiva anual. En este grupo, se encuentran todas las prácticas intervencionistas que utilizan la fluoroscopia como guía para la realización de los procedimientos:

1. Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas (CACI)
2. Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
3. Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN)
4. Hospital de Quemados
5. Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR)
6. Sociedad Argentina de Física Médica (SAFIM)

✉ Correspondencia: amalia.descalzo@gmail.com

Los autores no declaran conflictos de intereses

Recibido: 3/11/2016 | Aceptado: 19/1/2017

neurointervencionismo, radiología intervencionista y cardiología intervencionista, entre otras.

La práctica médica intervencionista es una de las aplicaciones que involucran más dosis debido a la elevada cantidad de procedimientos que se realizan hoy en día. Esto último implica también estudios más extensos en tiempo debido a la complejidad tanto del procedimiento como de las patologías tratadas. Recientemente, uno de los avances más relevantes fue la posibilidad de implantación de una válvula aórtica por catéter (TAVI: transcatheter aortic heart valve) para pacientes con patología de estenosis aórtica. Sin embargo, y a pesar de las altas dosis involucradas, el uso del intervencionismo es indiscutible, dado que estas prácticas médicas permitieron el reemplazo de algunas cirugías a cielo abierto y por lo tanto la disminución de la morbilidad de patologías graves (menos riesgos, sin anestesia general y con tiempos cortos de internación y recuperación).

Por otra parte, estas prácticas implican tasas de dosis muy elevadas tanto para los pacientes como para el equipo médico y técnico. Las tasas de dosis en el punto de entrada en piel del paciente se encuentran en un rango de 15 mGy/h hasta 150 mGy/h en fluoroscopia<sup>3</sup>, en condiciones normales de trabajo y con equipos controlados bajo un programa de control de calidad. Un procedimiento típico diagnóstico como la angiografía coronaria puede impartir al paciente una dosis efectiva de referencia de 3,1 mSv (equivalente a 155 placas de tórax), mientras que un procedimiento terapéutico como la angioplastia coronaria percutánea transluminal (PTCA), una dosis efectiva de referencia de 15,1 mSv (equivalente a 755 radiografías de tórax)<sup>4</sup>. En cuanto al trabajador, particularmente en la posición del médico que realiza la intervención (operador), puede estar expuesto a tasas de dosis sin elementos de protección de 0,5-2,5 mSv/h a la altura de la cabeza, 1-5 mSv/h a la altura de la cintura y 2-10 mSv/h a la altura de la pierna<sup>5</sup>. No obstante, la dosis que recibirán los trabajadores dependerá de la posición de trabajo, normalmente el operador suele situarse a solo 50 cm en promedio en forma lateral del tubo de rayos X pero más próximo al paciente, fuente de radiación dispersa y principal fuente de radiación para el trabajador. Por otra parte, el personal de apoyo suele situarse en general a más de 1 metro de distancia. Si los trabajadores desconocen los riesgos y no toman las medidas necesarias, mediante el uso de elementos de protección e implementando todas las recomendaciones pertinentes, podrían superar ampliamente los límites de dosis ocupacionales y presentar efectos tisulares de la radiación, como opacidades del cristalino o alopecia de extremidades.

La práctica en sí es muy compleja al igual que el uso de los equipos de rayos X que se utilizan. La dosis que recibirá el paciente y el personal dependerán, además del tiempo que involucra el procedimiento, de condiciones del propio paciente tales como espesor, del tipo de proyección, modo de adquisición (fluoroscopia de di-

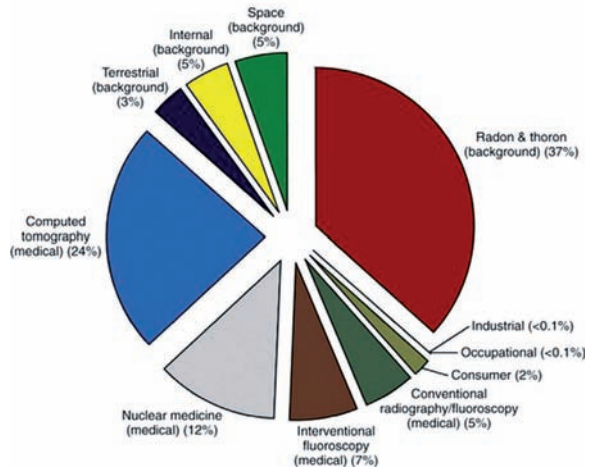


Figura 1. Dosis efectiva colectiva, año 2006. Fuente: NCRP Report N° 160<sup>2</sup>.

ferentes tasas de dosis, cine, modo sustracción), uso de colimación y filtros en cuña, tamaño de campo, entre otras. Para el equipo médico, existen varias consideraciones adicionales, como ya se mencionó, tales como: elementos de protección utilizados (delantales y gafas plomados, pantallas móviles plomadas, etc.) y posición de trabajo (lo cual se relaciona con la distancia al paciente y al tubo de rayos X).

Son muchos los factores que afectan la protección del paciente y de quienes trabajan en la sala de intervencionismo, motivo por el cual es clave la capacitación y el entrenamiento específico para lograr optimizar la dosis en cada proyección del angiógrafo.

## 2. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

La capacitación formal en nuestro país, y en países de la región, se realiza para profesionales en formación a través de la Carrera de Especialista en Hemodinamia, Angiografía General y Cardioangiología Intervencionista (3 años de duración), y para profesionales en ejercicio de la práctica (recertificación) a través de un Programa de Actualización (2 años de duración).

A continuación, se exponen las características de ambos programas, luego los antecedentes que llevaron a la creación de una materia para la capacitación en protección radiológica y, finalmente, los objetivos, programa y metodología de enseñanza de la misma.

### 2.1. Carrera de Especialista en Hemodinamia, Angiografía General y Cardioangiología Intervencionista

La carrera fue creada en el año 1989<sup>6</sup>, por el Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas (CACI) y la Universidad de Buenos Aires (UBA), con el objetivo de formar profesionales en el diagnóstico y tratamiento endovascular de diferentes territorios y patologías. Uno de los pilares del éxito de esta carrera de posgrado es la



**Figura 2.** Egresados de la Carrera de Especialista en Hemodinamia, Angiografía General y Cardioangiología Intervencionista<sup>6</sup>.

sinergia entre la UBA y el CACI. La Facultad de Medicina brinda el marco académico apropiado, la continuidad de los planes de estudio, un título universitario con validez nacional e internacional, y el CACI aporta el conocimiento y experiencia de destacados especialistas.

En el transcurso de la carrera se dictan 8 materias teóricas en 3 años, que implican 480 horas de clases presenciales, 150 horas de investigación y 2800 horas de actividad práctica en sala. Adicionalmente, los alumnos realizan prácticas con un simulador en el Colegio y cuentan con las clases y sistema de apoyo on-line a través de la página web [www.caci.org.ar/educacion/carreraUBA-CACI](http://www.caci.org.ar/educacion/carreraUBA-CACI). Los postulantes para realizar la carrera son seleccionados de acuerdo a requisitos básicos (concurso de antecedentes y entrevista personal) y se distribuyen los cupos 50% para aspirantes de la Ciudad de Buenos Aires y Gran Buenos Aires y 50% el resto del país. Esta distribución uniforme reflejó un alto impacto en la Salud Pública Nacional,

dado que en la mayoría de las medianas o grandes ciudades existen hoy servicios de Hemodinamia.

Desde el inicio de la carrera hasta junio de 2014 han egresado 322 alumnos, de los cuales 49 son alumnos extranjeros de: Bolivia, Brasil, Bulgaria, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, España, México, Perú, Uruguay y Venezuela (**Figura 2**).

En nuestro País no existe ninguna otra Especialidad Médica que tenga estructurada la Acreditación de todos los jóvenes que se inician con una Carrera de Especialista Universitario y la Recertificación voluntaria de los especialistas. Al momento, hasta donde es de nuestro conocimiento no existen otros países con programas nacionales integrados de Formación y Recertificación.

## 2.2. Recertificación: Programa de actualización para Especialistas en Hemodinamia y Angiografía

Desde el año 2004, la UBA y el CACI dictan en forma conjunta un Programa de Actualización de 2 años de duración para cardioangiólogos intervencionistas con el fin de otorgar la Recertificación de la especialidad. La recertificación es optativa en Argentina y se realiza cada 5 años en el CACI. Se prevé como objetivo que sea obligatoria a corto plazo.

El programa se llevaba a cabo en 12 jornadas, con un total de 150 horas de clases y 1200 horas de práctica por año. A partir del año 2014, el 80% de las clases se dictan de forma informatizada vía web, con reuniones presenciales para repasar los conceptos fundamentales. En los últimos 10 años, esta modalidad pionera permitió la recertificación de 110 profesionales de todo el país, tanto de quienes realizaron la carrera en años anteriores como aquellos con formación parcial en el exterior del país, solo en Cardiología Intervencionista.

El programa de recertificación permite la actualización de los profesionales, no solo en el diagnóstico y terapéutica por cateterismo sino también en protección radiológica. Esto último se fundamenta en la reciente incorporación de una materia específica en el área de protección radiológica.

## 2.3. Antecedentes

Desde el inicio de la Carrera se incluyó un Curso de Radiofísica Sanitaria dictado por representantes del Ministerio de Salud de la Nación.

Adicionalmente, en el año 2008, se implementó un Programa de Radiobiología y Radioprotección de 4-6 horas de duración, dictado por un conjunto interdisciplinario de 13 profesionales pertenecientes a distintas instituciones (CACI, UBA, CNEA, ARN, SAFIM, SAR, Hospital de Quemados CABA, representantes de empresas - angiógrafos y dosimetría) y que forman una "Comisión de Protección Radiológica".

En el año 2013, se incrementaron las horas de clases a 16, divididas en dos jornadas, en las cuales se exponían los temas a continuación:

- *Jornada I.* Nociones básicas sobre las radiaciones ionizantes, protección radiológica en medicina, efectos biológicos de las radiaciones ionizantes, efectos tisulares, síndrome agudo de radiación;
- *Jornada II.* Síndrome cutáneo radioinducido, efectos estocásticos, dosimetría biológica y radiosensibilidad, protección radiológica del paciente, sistemas de protección ocupacional en la sala de intervencionismo, dosimetría personal.

En estas jornadas se presentaron las clases tanto a los alumnos de la carrera como a los especialistas que cursaban la actualización, capacitando a 70 alumnos y a 11 especialistas.

Luego de las últimas jornadas del año 2013, dada la relevancia del tema y de la necesidad de la capacitación continua en protección radiológica, el director de la carrera propuso incluir el tema como materia dentro del plan curricular, sustentado en un Proyecto de actualización de contenidos y condiciones de admisión de la Carrera de Especialista en Hemodinamia, Angiografía General y Cardioangiología Intervencionista - Facultad de Medicina - UBA.

Finalmente, en el año 2013, “**Radiofísica Sanitaria y Radioprotección de Pacientes y Operadores**” fue aceptada como materia corta de la carrera en 3er año, asignando 30 horas de duración, en consistencia con las recomendaciones internacionales<sup>6</sup>.

En el año 2014, se propuso adicionalmente brindar una jornada preparatoria de 4-5 horas “Introducción a la Protección Radiológica” en 1er año, capacitando así a 64 médicos ingresantes a la carrera en el período 2014-2017. La jornada se propuso con la finalidad de introducir a los alumnos en el tema y sobre todo en las medidas de protección para el paciente y el personal expuesto para que comiencen a implementarlas durante las horas de práctica.

## 2.4. Objetivos de la materia “Radiofísica Sanitaria y Radioprotección de Pacientes y Operadores”

- Conocer y entender las bases físicas de los procesos de interacción de las radiaciones ionizantes con la materia.
- Conocer y entender los fenómenos y mecanismos biológicos que se producen cuando la radiación ionizante interacciona con los tejidos vivos.
- Conocer los criterios y las normas de protección radiológica nacionales e internacionales.
- Conocer los principios de funcionamiento del equipamiento que se utiliza en salas de hemodinamia a fin de optimizar las prácticas.

- Conocer las medidas de radioprotección que se deben adoptar para proteger al personal y al paciente.
- Conocer las técnicas de evaluación de las dosis que reciben los pacientes durante una intervención.

## 2.5. Contenidos mínimos

El programa de la materia fue diseñado de acuerdo a las necesidades específicas de capacitación en protección radiológica en la práctica de la cardioangiología intervencionista y en base a la Guía N° 116 de la European Commission “Guidelines on Education and Training in Radiation Protection for Medical Exposures”<sup>6</sup> y a la Publicación 113 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP: International Commission on Radiological Protection) “Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures”<sup>8</sup>. De acuerdo a la organización de las clases teóricas, se agruparon los temas en cuatro jornadas:

- *Jornada I: Introducción a la Protección Radiológica.*  
Estructura atómica, producción e interacción de la radiación con la materia. Estructura nuclear y radiactividad. Magnitudes radiológicas y unidades. Características físicas de la producción de rayos X. Fundamentos de la detección de la radiación y blindajes.
- *Jornada II: Bases biológicas y principios de la Protección Radiológica.*  
Fundamentos de radiobiología. Efectos biológicos de la radiación. Efectos determinísticos y estocásticos. Efectos en el cristalino. Pediatría y embarazo. Control y seguimiento de los pacientes. Protección radiológica. Principios generales. Justificación de solicitud de estudios radiológicos. Regulaciones y estándares nacionales e internacionales.
- *Jornada III: Criterios para la protección del paciente y del trabajador.*  
Protección radiológica operacional. Aspectos particulares de la PR del paciente. Aspectos particulares de la PR del paciente pediátrico. Aspectos particulares de la PR del staff. Magnitudes dosimétricas específicas y relación entre ellas.
- *Jornada IV: Optimización, dosimetría y control de calidad en intervencionismo.*  
Procedimientos de optimización. Dosimetría personal. Control de calidad y aseguramiento de la calidad.  
Entrenamiento práctico

## 2.6. Metodología de enseñanza

Como se mencionó con anterioridad, la materia se cursa en modalidad presencial (30 horas) para los alumnos de la carrera y en modalidad semipresen-



cial (8 horas presenciales - horas en plataforma virtual) para quienes cursan la actualización.

Las clases son dictadas en el aula del CACI por docentes dedicados a cada tema en particular, quienes adicionalmente incluyen tópicos específicos a tratar<sup>6-8</sup>, como por ejemplo: analizar los cambios en la tasa de dosis cuando varía la distancia del detector de imágenes al paciente, discusión del uso de elementos de protección personales, importancia del control periódico de las fuentes de radiación, comprensión de las magnitudes dosimétricas específicas de la práctica, entre otros.

El entrenamiento práctico se enfoca en la realización de ejercicios y análisis de casos y situaciones concretas. A modo práctico se elaboraron videos explicativos mediante el uso de dosímetros electrónicos para explicar el uso de los elementos de protección personales y los diferentes factores que influyen en la dosis recibida por el paciente, por el operador y el personal de apoyo: “Herramientas de protección radiológica del trabajador y uso de elementos de protección plomados” y “Pruebas básicas de control de calidad del angiógrafo”.

Previo a la evaluación se repasan los diferentes conceptos y se remarcan los conceptos fundamentales. La evaluación se realiza en formato multiple choice, el cual incluye 5 preguntas de cada tema expuesto con 3 posibles respuestas, de las cuales sólo 1 es correcta.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

1. UNSCEAR. *Sources and Effects of Ionising Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations, New York (2000).*
2. NCRP. *Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States. NCRP Report No 160 (2006).*
3. ICRP, 2013. *Radiological Protection in Cardiology. ICRP Publication 120. Ann. ICRP 42 (1).*
4. *Cardiología Intervencionista: ¿Cuáles son las dosis típicas de las intervenciones diagnósticas y terapéuticas?* <http://rpop.iaea.org> (2013).
5. *Cardiología. Material de entrenamiento. 07. Exposición ocupacional y dispositivos de protección.* <http://rpop.iaea.org> (2013).
6. European Commission. *Radiation Protection No 116. Guidelines on Education and Training in Radiation Protection for Medical Exposures.*
7. Ruda Vega M, Londero H, Cherro A. *Entrenamiento, acreditación y recertificación en Cardioangiología Intervencionista. Veinticinco años de experiencia: 1989-2014. Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista. Vol. No 1, pp. 13-16 (2014).*
8. ICRP, 2009. *Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures. ICRP Publication 113, Ann. ICRP 39 (5).*

#### 3. CONCLUSIONES

Es indiscutible que el intervencionismo es de gran beneficio para los pacientes; sin embargo, los niveles de dosis involucrados se encuentran entre los más elevados utilizados en diagnóstico por imágenes.

El incremento tanto en el número de procedimientos como en la complejidad de los mismos requiere la capacitación en protección radiológica no sólo inicial, sino constante y sistemática de los profesionales, razón por la cual se incluyó el tema tanto en la Carrera de Médico Especialista Universitario en Hemodinamia, Angiografía General y Cardioangiología Intervencionista, como en el Programa de Actualización para quienes requieren la Recertificación.

Tomando en cuenta la necesidad de capacitar y entrenar a alumnos y a especialistas en el conocimiento y actualización de los temas de protección radiológica del paciente y del personal ocupacionalmente expuesto en las prácticas intervencionistas, y, asimismo, las características y alcance de la Carrera a nivel nacional y regional, en el año 2013 se desarrolló la propuesta y se logró la inclusión de la materia “Radiofísica Sanitaria y Radioprotección de Pacientes y Operadores” de 30 horas de duración.

Este importante avance permite, al tener entidad como materia, la continuidad de la capacitación en protección radiológica. Asimismo, dada la extensión de las horas de clases, posibilita tratar cada tema con la profundidad requerida, así como también mejorar el espacio para debates y análisis de diferentes problemas y situaciones.