

# Dosimetría en procedimientos de Cardiología Intervencionista: comparativa entre procedimientos programados y no programados en un centro de atención pública de Argentina

## Dosimetry in Interventional Cardiology Procedures: A Comparison Between Scheduled and Unscheduled Procedures at a Public Healthcare Center in Argentina.

Esteban López Marinaro<sup>1</sup> (ORCID 0000-0003-4933-2674), Facundo Ferreyra<sup>1</sup>, Sebastián Lerga<sup>1</sup>, Fabricio Torrent<sup>1</sup>, Marco Massano<sup>1</sup>, Omar Castilla<sup>1</sup>, Agustín Castro<sup>1</sup>

### RESUMEN

Antecedentes y objetivos. El objetivo de este estudio es conocer la dosimetría administrada a los pacientes en nuestro centro, agruparlos con las publicaciones existentes en la bibliografía y corroborar si existen diferencias entre procedimientos programados y no programados.

Materiales y métodos. Es un estudio retrospectivo observacional de una muestra de pacientes consecutivos a quienes se les practicaron procedimientos intervencionistas en el Servicio de Hemodinamia del Hospital Rawson desde el 01/01/2023 al 30/06/2023. Se recolectaron datos de la dosimetría administrada y recopilada a través del dispositivo angiográfico de Rayos X del laboratorio de cateterismo. Se analizaron y se relacionaron con datos obtenidos de la bibliografía actual, se compararon procedimientos programados y no programados.

Resultados. El tiempo medio de fluoroscopia fue para CCG y ATC de 4,31 y 10,56 minutos, respectivamente, que son menores que los de las publicaciones de otros autores. La media PDA (Gy/cm<sup>2</sup>) en nuestra muestra fue mayor a la publicada por otros autores, con una media de CCG 65,95 y en CCG + ATC 135,34. Al analizar la dosimetría administrada a pacientes sometidos a procedimientos programados y no programados (mayormente emergencias) encontramos que los procedimientos programados presentan menores dosis aplicadas de radiación ionizante en términos de PDA de fluoroscopia ( $p=0,041$ ), PDA de exposición ( $p=0,036$ ), cantidad de secuencias ( $p=0,0209$ ) y cantidad de imágenes ( $p=0,0065$ ) adquiridas.

Conclusiones. Se lograron conocer las dosis administradas a pacientes sometidos a procedimientos de cardiología intervencionista en nuestro centro, se compararon con la informada por otros autores. En los procedimientos programados se administran menores dosis de radiación ionizante.

**Palabras clave:** niveles de referencia, cardiología intervencionista, protección radiológica.

### ABSTRACT

Background and Objectives. This study aims to measure the radiation dose applied to patients in our center, and compare them with existing literature, to determine potential differences between scheduled and unscheduled procedures at the cath lab. Materials and Methods. This retrospective observational study analyzed a consecutive sample of patients undergoing interventional procedures in the cath lab at Rawson's Hospital from January 1st, 2023 to June 30th, 2023. Data on administered radiation were collected from dosimetry administered and collected through the catheterization laboratory's X-ray angiographic device. They were analyzed and related to data obtained from current literature; scheduled and unscheduled procedures were compared.

Results. The average fluoroscopy guidance (FG) time was 4.31 minutes for CCG and 10.56 minutes for CA, lower than reported by other authors. The mean peak skin dose area (PDA) in our sample was higher than that published by other authors, with a mean of 65.95 Gy/cm<sup>2</sup> for CCG and 135.34 Gy/cm<sup>2</sup> for CCG + CA. A comparison between scheduled and unscheduled procedures revealed that scheduled procedures presented lower applied doses of ionizing radiation in terms of fluoroscopy PDA ( $p=0.041$ ), exposure PDA ( $p=0.036$ ), number of sequences ( $p=0.0209$ ), and number of acquired images ( $p=0.0065$ ).

Conclusions. The study assessed the doses administered to patients undergoing interventional cardiology procedures in our center compared with those reported by other authors. Scheduled procedures were found to administer lower doses of ionizing radiation than unscheduled procedures.

**Key words:** reference levels, interventional cardiology, radiological protection.

Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista 2024;15(3):122-125. <https://doi.org/10.30567/RACI/202403/0122-0125>

## INTRODUCCIÓN

La radiación médica procedente de los rayos X y la medicina nuclear es la mayor fuente de exposición a la radiación creada por el hombre en países occidentales y representa una dosis efectiva (DE) de 3,0 miliSievert (mSv) por persona por año, lo que equivale a la dosis administrada para obtener 150 radiografías de tórax<sup>1,2</sup>. La radiación natural de fondo en todo el

mundo es de aproximadamente 2,4 mSv. Los cardiólogos son los responsables del 40% aproximadamente de la DE acumulada de la población estadounidense procedente de otras fuentes médicas, excluyendo la radioterapia<sup>3</sup>. En conjunción con esto se sabe que la exposición a la radiación ocupacional de los cardiólogos intervencionistas y electrofisiólogos puede ser hasta dos o tres veces más que la de un especialista en diagnóstico por imágenes<sup>3</sup> y esta exposición ha aumentado con los años<sup>3</sup>. En prácticas intervencionistas con uso de radiación ionizante "cada paciente debe realizarse la práctica adecuada, en el momento adecuado y con la dosis adecuada".

Este estudio busca exponer la realidad de las dosis administradas a los pacientes en nuestro centro, agruparlos con publicaciones previas de similares características y comparar las dosis administradas en procedimientos programados y no programados.

1. Hospital descentralizado Guillermo Rawson. Provincia de San Juan, Argentina.

✉ Correspondencia: Esteban López Marinaro. Hospital Guillermo Rawson, San Juan, Argentina. Tel móvil: +5492645212323. [esteban.lop01@gmail.com](mailto:esteban.lop01@gmail.com)

Los autores no declaran conflictos de intereses

Recibido: 10/6/2024 | Aceptado: 23/09/2024

**TABLA 1.** Procedimientos agrupados.

1	CCG (n 97)
2	CCG combi (n 3): CCG + cerebral; CCG + MMII; CCG + vasos del cuello
3	CCG + ATC (n 37)
4	ATC (n 13)
5	ATP (n 8): angioplastia periférica MMII + angioplastia carotídea
6	DX Otros (n 91) (Otros estudios diagnósticos): aortograma (n 1); art. cerebral (n 22); art. pulmonar (n 1); art. renal (n 1); art vasos cuello (n 1); cat derecho (n 12); electrofisiológico (n 4); fistulografía (n 20); MMII (n 21), MMSS (n 4); MTP (2 datos), fluoro valvular (n 1); visceral (n 1).
7	Otros terapéuticos (n 18): embolización cerebral (n 3), ablación (n 3), implante CDI y resincro (n 2); intervencionismo congénito (n 6); filtro de (n 1); fistuloplastia (n 1); extracción de filtro de VC (n 1); extracción cuerpo extraño (n 1).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio de la dosimetría administrada en procedimientos intervencionistas de cardiología e intervencionismo percutáneo se establecieron las siguientes pautas.

Inicialmente se efectuó un análisis del estado actual de las publicaciones bibliográficas referidas al tema principalmente en Argentina y del objeto de investigación. Se seleccionó el único centro asistencial público de la provincia de San Juan, Argentina, que cuenta con Servicio de Hemodinamia habilitado y funcionante. Se realizó la extracción de datos de manera retrospectiva, transversal descriptiva y comparativa de la serie de todos los casos consecutivos que acudieron a la sala de intervencionismo desde el 1 enero del 2023 hasta el 30 de junio del 2023, se realizó el análisis de la dosimetría administrada previa anonimización de los datos. Se eliminaron los casos que no contaban con el registro de dosis administradas. La extracción de datos dosimétricos se obtuvo a partir del equipo con el cual opera el hospital, Philips® Allura, a través del software Xcelera, que almacena los datos como parte del informe. Se analizó la analítica descriptiva general y comparativa aplicando test para datos no paramétricos, descartando las pruebas paramétricas clásicas para los procedimientos programados y no programados debido a la distribución de la muestra. Para el análisis de los procedimientos se agruparon en 7 categorías que se describen en la **Tabla 1**. Las variables cuantitativas analizadas fueron: tiempo de fluoroscopia, producto dosis área (PDA) angiográfica, kerma en aire, cantidad total de secuencias adquiridas, cantidad total de imágenes angiográficas obtenidas.

Se descartaron procedimientos combinados diagnósticos (punto 2) de **Tabla 2**, así como también *otros procedimientos diagnósticos* (punto 6) y *otros terapéuticos* (punto 7).

Se separaron los procedimientos con relación a si los mismos fueron programados o no. Se definió a *procedimientos no programados* a aquellos que no se encontraban en la grilla de procedimientos al menos hasta el día previo. En la mayoría de los casos se solicitaron estudios angiográficos en contexto de síndrome coronario agudo; en estos casos son de categoría urgente o emergente. Se analizaron las variables en estudio y se objetivaron si existían o no diferencias significativas mediante el uso de tests, para datos no paramétricos debido a la distribución de la muestra. Se utilizó el test Wilcoxon *rank-sum* para datos de distribución no paramétrica y se estableció nivel de significancia con  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Se determinaron los valores de media, mediana, tercer cuartil (Q3) y desviación estándar del tiempo de fluoroscopia,

**TABLA 2.** Analítica descriptiva de las variables en estudio.

	N	Media	Mediana	Q3 (Q75)	Desvío estándar
<b>Tiempo de fluoroscopia (min)</b>					
CCG	86	4,31	2,95	450,2	3,9
CCG + ATC	30	10,56	7,07	10,93	11,65
ATC	11	12,92	8,37	20	12,25
ATP	8	14,03	7,86	27,65	13,98
<b>PDA (Gy<math>\cdot</math>cm<sup>2</sup>)</b>					
CCG	86	65,95	48,86	85,74	46,94
CCG + ATC	30	135,34	88,58	119,14	156,32
ATC	11	141,85	80,31	257,40	133,42
ATP	8	50,43	43,80	90,57	38,160
<b>Kerma en aire (Gy/cm<sup>2</sup>)</b>					
CCG	86	0,794	0,596	1,055	0,561
CCG + ATC	30	1,775	1,195	2,021	1,736
ATC	11	2,307	1,471	3,792	2,473
ATP	8	0,491	0,428	0,772	0,321
<b>Número total de series</b>					
CCG	86	8,9	8	10	3,07
CCG + ATC	30	19,7	16,5	23,5	11,43
ATC	11	20,36	17	29	10,8
ATP	8	20,9	18	36,5	14,2
<b>Número total de imágenes</b>					
CCG	86	631,6	578,5	755,75	226,4
CCG + ATC	30	1154,07	946,5	1111,5	524,7
ATC	11	1133,7	1036	1322	664,8
ATP	8	972,9	811	1158,8	736,3

producto dosis-área (PDA), kerma en aire (Ka), número total de imágenes, número total de series. Todos los resultados se describen en la **Tabla 2**.

Los valores medios de tiempo de CCG y CCG + ATC fueron de 4,31 y 10,56 min. Para ATC 12,92 y ATP 14,03 min. En la tabla también se muestran los valores de media, mediana, Q3 y desvío estándar para las variables exploradas. La media de PDA (Gy/cm<sup>2</sup>) para CCG fue 65,65, para CCG + ATC 135,34 y ATC 141,85.

La comparativa de la media tiempo de fluoroscopia de cinecoronariografía (CCG) y angioplastia (expresada en minutos) CCG y CCG + ATC con otras publicaciones se muestran en las **Tablas 3 y 4**.

Al comparar si los procedimientos fueron programados y analizar si había diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) mediante el análisis con test para datos no paramétricos o de distribución no gaussiana, Wilcoxon *rank-sum*. En cuanto a las dosis administradas a pacientes programados en contraste a los no programados se pudieron encontrar los resultados que se describen en la **Tabla 5**, los datos comparados fueron el tiempo de fluoroscopia, PDA de fluoroscopia, PDA de exposición, kerma en aire, número total de series y número total de imágenes,

## DISCUSIÓN

En radiología intervencionista se establecieron 3 principios básicos para la administración y uso de rayos X: justificación, optimización y limitación de dosis. La justificación implica que la práctica a realizar signifique un beneficio para el paciente y la sociedad. El principio de la optimización o principio de ALARA (*as low as reasonably achievable*), es decir, que todas las exposiciones se deben mantener a niveles tan bajos como serán razonablemente posibles. El principio de la limitación de dosis refiere a que las dosis de radiación recibidas por las personas no deben superar los límites establecidos en la legislación vigente.

**TABLA 3.** Comparativa de tiempos de fluoroscopia en minutos PDA (Gy/cm<sup>2</sup>) de cinecoronariografías diagnósticas, en relación a otras publicaciones. \*T= Medias del tiempo de fluoroscopia expresado en minutos.

Autores	N	T*	Producto dosis-área (Gy/cm <sup>2</sup> )		
			Media	Mediana	Q3
Este estudio	86	4,31	65,95	48,86	85,74
González-López y cols. 2021 <sup>4</sup>	95	5,8	29,1	21,7	38,1
Jungsu y cols. (2015) <sup>5</sup>	361	4,7	67,6	54,7	75,6
Humagain, Maharjan y Koju (2015) <sup>6</sup>	166	11,4	40,7		
Simantirakis y cols. (2013) <sup>7</sup>	2572	6,0	53,0		
Vano y cols. (2013) <sup>8</sup>	1849	6,5	32		
Georges y cols. (2007) <sup>9</sup>	3600	6,3	63,0		
Tsapaki y cols. (2003) <sup>10</sup>	195	6,5	47,3	39,1	60,4
Broadhead y cols. (1997) <sup>11</sup>	2174	5,7	57,8	45,5	69,9
Zorzetto y cols. (1997) <sup>10</sup>	79	4,9	55,9	52,5	65,6

A partir de ello el rango de dosis administrada es muy variable cualesquiera sean los procedimientos radiológicos realizados ya en el mismo intervienen variables como el estado clínico del paciente, edad, peso, tipo de equipo de rayos X utilizado<sup>12</sup>.

En el análisis comparativo de CCG tanto los valores de tiempos de exposición de fluoroscopia en minutos de coronariografía y PDA son similares a lo que reportan otros autores en diferentes años, también mayores o menores; estos se resumen en la **Tabla 4**<sup>5-9,11,13-16</sup>.

En la **Tabla 4** se ven los tiempos de los procedimientos terapéuticos ATC y CCG + ATC de nuestra muestra y los de otros autores. En relación con el tiempo de fluoroscopia en referencia a otros autores son valores similares. Se objetiva un mayor valor de PDA en general a los mismos solo un estudio del año 2021 y los demás de mayor antigüedad<sup>5-9,11,13-16</sup>. Además, no tenemos referencia sobre nivel de complejidad de los procedimientos o la cantidad de vasos tratados durante ellos.

Cuando analizamos la comparativa de los procedimientos programados y no programados encontramos diferencias significativas al comparar PDA de fluoroscopia, PDA de exposición, kerma en aire, cantidad de imágenes y cantidad de secuencias adquiridas,

En las gráficas comparativas de los procedimientos programados y no programados se agregan los cuadros de *boxplot* o *diagrama de caja y bigote*, una representación gráfica que proporciona una visión resumida de la distribución estadística de un conjunto de datos, su variabilidad, e identifica la presencia de valores atípicos. La estructura básica de un *boxplot* incluye: *Rectángulo (caja)*: representa el rango intercuartil (IQR), que abarca desde el primer cuartil (Q1 = percentil del 25%) hasta el tercer cuartil (Q3 = percentil del 75%). La línea roja dentro de la caja indica la mediana (Q2 = percentil del 50%). *Bigotes*: son líneas que se extienden desde la caja hasta los valores más extremos dentro de un rango aceptable; pueden variar en longitud y se utilizan para identificar valores atípicos. *Valores atípicos*: puntos individuales más allá de los bigotes (cruces rojas) que pueden indicar observaciones inusuales o extremas en el conjunto de datos.

## CONCLUSIONES

En nuestro trabajo se muestra el análisis de las variables de dosimetría administradas a los pacientes de los diferentes procedimientos realizados en nuestro centro logrando comparar datos analizados con los observados por otros autores de diferentes países y años anteriores. También podemos in-

**TABLA 4.** Comparativa de tiempos de fluoroscopia en minutos y PDA (Gy/cm<sup>2</sup>) de angioplastias coronarias terapéuticas, en relación a otras publicaciones, \*T= tiempo de fluoroscopia expresado en minutos.

Autores	N	T*	Producto dosis-área (Gy/cm <sup>2</sup> )		
			Media	Mediana	Q3
Este estudio CCG + ATC	30	10,56	135,34	88,58	119,14
Este estudio ATC	11	12,92	141,85	80,31	257,40
González-López y cols. 2021 <sup>4</sup>	50	14,6	76,7	63,4	92,4
Simantirakis y cols. (2013) <sup>7</sup>	1899	18,0	129,0		
Georges y cols. (2007) <sup>9</sup>	3600	14,0	100,0		
Tsapaki y cols. (2003) <sup>10</sup>	97	12,2	68,0	58,3	80,7
Broadhead y cols. (1997) <sup>11</sup>	214	12,4	77,9	61,1	100,6
Zorzetto y cols. (1997) <sup>10</sup>	31	12,2	91,8	82,6	104,6

**TABLA 5.** Comparativa de procedimientos programados o no programados, Se considera *p* significativa <0,05 (Wilcoxon *rank-sum*).

Programado	Sí	No	p valor
<b>Cantidad de datos (n)</b>	<b>164</b>	<b>58</b>	
<b>Tiempo fluoroscopia (en minutos)</b>			
Media	9,41	9,16	
Mediana	4,61	5,13	0,418
Desvío estándar	12,54	12,79	
<b>PDA de fluoroscopia (Gy/cm<sup>2</sup>)</b>			
Media	33,57	43,8	
Mediana	13	23,08	0,0402
Desvío estándar	55,11	78,5	
<b>PDA exposición (Gy/cm<sup>2</sup>)</b>			
Media	43,40	62,02	
Mediana	31,78	42,28	0,0360
Desvío estándar	47,55	91,63	
<b>Kerma en aire (Gy/cm<sup>2</sup>)</b>			
Media	0,93	1,28	
Mediana	0,58	0,82	0,0743
Desvío estándar	1,16	1,61	
<b>Cantidad de secuencias adquiridas</b>			
Media	11,78	14,82	
Mediana	9	11,5	0,0209
Desvío estándar	8,74	11,75	
<b>Cantidad de imágenes</b>			
Media	674,67	854,75	
Mediana	582	729	0,0065
Desvío estándar	480,92	557,31	

ferir que son mayores a los valores referenciales recomendados por *International Atomic Energy Agency*<sup>17</sup> (26,0 Gy/cm<sup>2</sup>). Cabe destacar que al día de hoy no poseemos en nuestro país niveles de referencia de dosis actualizados para los procedimientos analizados en nuestro estudio de acuerdo a lo que promulga la autoridad regulatoria nuclear en la Argentina<sup>15</sup>. Tampoco existen de manera estandarizada los diferentes tipos procedimientos para su posterior valoración según complejidad, presencia de complicaciones y grado de dificultad,

Al efectuar el análisis comparativo estadístico de la muestra en cuanto a los procedimientos programados y no programados, podemos evidenciar que el PDA de fluoroscopia y exposición, la cantidad de secuencias y el número de imágenes adquiridas presentan diferencias significativas a favor de los procedimientos programados, con evidente menos dosis administrada.

Como limitaciones, nuestro análisis representa un estudio unicéntrico retrospectivo con una muestra de distribución no paramétrica. También es para destacar que en Argentina no se encuentran publicados y actualizados niveles de referencias de dosis (NRD) en intervencionismo endovascular. Creemos que este estudio podría ser tomado como punto de

partida para desarrollar protocolos de NRD, con procedimientos estandarizados, discriminados por niveles de complejidad para optimizar dosis para los pacientes y en búsqueda de desarrollo de un plan global de calidad de atención, En este trabajo se presenta la dosimetría administrada en un centro de cardiología intervencionista más actualizado en Argentina, siendo representativo de la práctica habitual. Se evidencia de forma significativa que, en la cohorte estudiada, en los procedimientos no programados se administra más dosis de radiación ionizante,

### Agradecimientos

A la colaboración de Antonio Allende y Tomás Las Peñas.

### Responsabilidades éticas

En este estudio los autores declaran que se han seguido los protocolos del centro de realización del estudio sobre la anonimización de datos, su análisis y publicación, respetando la

privacidad de los datos y el consentimiento informado de los pacientes al realizarse dichas intervenciones,

## RESUMEN DE PUNTOS SALIENTES

- Conocer los NRD de nuestro centro y en nuestro país es una recomendación de las autoridades regulatorias.
- En Argentina no existen NRD actualizados.
- Se desconoce cuáles son los procedimientos en los que se administran más dosis de radiación ionizante en Cardiología Intervencionista.
- El análisis de la dosimetría administrada en nuestro centro puede ser comparada con la bibliografía publicada hasta ahora.
- En procedimientos no programados, la mayoría en contexto de SCA, se administra de manera significativa más dosis de radiación ionizante.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Picano E. Sustainability of medical imaging. *BMJ* [Internet]. 2004 Mar 6 [cited 2024 Apr 3];328(7439):578–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15001510/>
2. Picano E, Vañó E, Rehani MM, et al. The appropriate and justified use of medical radiation in cardiovascular imaging: a position document of the ESC Associations of Cardiovascular Imaging. *Percutaneous Cardiovascular Interventions and Electrophysiology. Eur Heart J* [Internet]. 2014 [cited 2024 Feb 12];35(10):665–72. Available from: <https://orbi.uliege.be/handle/2268/168775>.
3. Picano E, Vano E. The radiation issue in cardiology: the time for action is now. *Cardiovasc Ultrasound* [Internet] 2011 [cited 2024 Apr 3];9(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22104562/>.
4. González-López NA, Parra-Riofrío KM, Batista-Zaldívar MA, Carrillo-Vallero E, Yanchapanta-Bastidas VN. Reference even of dose for adults in procedures of cardiology interventionist in Ecuador. *Arch Cardiol Mex.* 2021;91(4):415–21.
5. Kim J, Seo D, Choi I, et al. Development of Diagnostic Reference Levels Using a Real-Time Radiation Dose Monitoring System at a Cardiovascular Center in Korea. *J Digit Imaging.* 2015;28:684–94.
6. Humagain S, Maharjan R, Koju R. Radiation Exposure to the Patient During Diagnostic Coronary Angiogram at Dhulikhel Hospital, Kathmandu Univ Med J (KUMJ) [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2024 Mar 12];13(49):61–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26620751>.
7. Simantirakis G, Koukorava C, Kalathaki M, et al. Reference levels and patient doses in interventional cardiology procedures in Greece. *Eur Radiol* [Internet]. 2013 Aug 6 [cited 2024 Mar 12];23(8):2324–32. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-013-2813-2>.
8. Vañó Carruana E, Fernández Soto JM, Sánchez Casanueva RM, Ten Morón JJ. Niveles de referencia de dosis en radiología intervencionista. 2013 [cited 2024 Mar 12];55(S2):17–24. Available from: [www.elsevier.es/rxAR-TÍCULOESPECIAL](http://www.elsevier.es/rxAR-TÍCULOESPECIAL).
9. Georges JL, Livarek B, Gibault-Genty G, et al. [Variations of radiation dosage delivered to patients undergoing interventional cardiological procedures. A monocentric study 2002-05]. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 2007 Mar;100(3):175–81.
10. Patient dose values in a dedicated Greek cardiac centre.pdf.
11. Broadhead DA, Chapple CL, Faulkner K, Davies ML, McCallum H. The impact of cardiology on the collective effective dose in the North of England. *Br J Radiol* [Internet]. 1997 [cited 2024 Mar 13];70(833):492–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9227231/>
12. Ruiz Manzano P. Fundamentos de Física Médica, [cited 2024 Mar 23]; Available from: [www.auladoc.com](http://www.auladoc.com).
13. Tsapaki V, Kottou S, Vano E, et al. Patient dose values in a dedicated Greek cardiac centre. Vol. 76. *British Journal of Radiology.* 2003, p. 726–30.
14. Williams MC, Stewart C, Weir NW, Newby DE. Using radiation safely in cardiology: what imagers need to know Education in Heart Learning objectives. *Heart.* 2019;105:798–806.
15. Sánchez R, Vañó E, Fernández Soto JM, et al. Updating national diagnostic reference levels for interventional cardiology and methodological aspects. *Phys Medica* [Internet]. 2020;70(December 2019):169–75. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.01.014>.
16. Vañó Carruana E, Fernández Soto JM, Sánchez Casanueva RM, Ten Morón JJ. Niveles de referencia de dosis en radiología intervencionista. *Radiología.* 2013;55 (Supl 2):17–24.
17. La protección radiológica de los pacientes durante los procedimientos de cardiología intervencionista | OIEA [Internet], [cited 2024 Apr 2]. Available from: <https://www.iaea.org/es/recursos/proteccion-radiologica-de-los-pacientes/profesionales-de-la-salud/procedimientos-intervencionistas/cardiologia/pacientes>
18. Nuclear AR. Norma básica de seguridad radiológica. 2019;19.