

DETERMINACIÓN DE NIVELES DE REFERENCIA PARA DIAGNÓSTICO (DRL) EN INDICACIÓN DE TOMOGRAFÍA COMPUTADA DE ACCIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO EN CLÍNICA ALEMANA DE SANTIAGO EN EL AÑO 2019-2020

Felipe Acuña Sepúlveda^{a*}
Gonzalo Fresno Bustos^a
Stephan Gonzáles Aldana^a
Marco Jiménez Herrera^a
Daniela Fabri Genskowsky^a
Javiera Sanguesa Mislej^a

^aEstudiante de Tecnología Médica, Facultad de Medicina Clínica Alemana de Santiago - Universidad del Desarrollo.
Artículo recibido el 28 de abril, 2022. Aceptado en versión corregida el 25 de junio, 2022.

RESUMEN

Introducción: La tomografía computada si bien ofrece una imagen de alta calidad diagnóstica, la dosis de radiación que recibe el paciente es considerablemente mayor a la de un examen de radiografía convencional. Con esta investigación se pretende determinar los niveles de referencia para diagnóstico y su necesidad para los distintos protocolos de tomografía computada de cerebro de pacientes por indicación de Accidente Vascular Encefálico, como sugiere el informe de la European Study on Clinical DRLs que sean realizados en Clínica Alemana Santiago. **Objetivo:** Determinar niveles de referencia para diagnóstico con indicación de tomografía computada de Accidente Vascular Encefálico en adultos en Clínica Alemana Santiago con el fin de establecer un punto de referencia de dosis a usar en el estudio. **Metodología:** Se realizó un estudio retrospectivo por medio del Software Radimetrics, el cual recopila los protocolos de *stroke* de los distintos equipos Clínica Alemana Santiago. Se extrajo la información dosimétrica de todos los protocolos de tomografía computada de cerebro sin contraste, angiografía de cerebro y angiografía de cerebro y cuello, abarcando desde marzo 2019 a marzo 2020, previo al inicio de la pandemia de COVID 19. Se calcularon la mediana, el tercer cuartil, promedio y la desviación estándar empleando el software estadístico Stata a partir de los datos de dosis de los exámenes de una muestra de datos de 190 exámenes. **Resultados:** Niveles de referencia para diagnóstico por indicación de Accidente Vascular Encefálico: 680,50 mGy cm (niveles de referencia para diagnóstico). 32,42 mGy (CTDIvol). **Conclusión:** Es posible establecer niveles de referencia para diagnóstico en base a una indicación específica, en este caso de Accidente Vascular Encefálico, para Clínica Alemana Santiago. **Palabras clave:** Niveles de referencia para diagnóstico, Accidente cerebrovascular, European Society of Radiology, Tomografía computarizada espiral, Dosis de radiación.

INTRODUCCIÓN

La tomografía computada (TC), si bien ofrece una imagen de alta calidad diagnóstica dado su capacidad de adquirir imágenes de todo el volumen del paciente visualizándolo en diversos cortes anatómicos, también requiere de un alto número de tomas de imágenes tomográficas en torno al paciente. Es por esto que es importante la medición y control de está, dado especialmente a los efectos biológicos que eventualmente pudieran manifestarse.

Esta investigación pretende determinar los niveles de referencia para diagnóstico (DRL) y su necesidad para los distintos protocolos de TC de cerebro de pacientes con indicación de Accidente Vascular Encefálico (AVE), como sugiere el informe de la European Study on Clinical DRLs (EUCLID)¹ realizados en Clínica Alemana Santiago, dado que estos protocolos no poseen un DRL específico para esto. Los resultados de esta investigación se establecerán como los DRLs locales (LDRLs), serán contrastados con otros estudios similares en la literatura, como el "*CCT diagnostic reference levels based on clinical indications results of a large-scale*

European survey"², para obtener DRL propios de la institución, con el fin de lograr una mayor optimización de dosis de radiación, y aumentar los estándares de radioprotección dentro de esta.

El AVE corresponde a una anomalía focal o global en la irrigación hacia el encéfalo, la cual puede estar dada por múltiples factores, como malformaciones vasculares, presión arterial alta, tabaquismo, entre otras. Se encuentra AVE hemorrágicos, en los cuales hay ruptura de los vasos encefálicos causando hematomas; e isquémicos, en los que se encuentra generalmente una obstrucción en el flujo sanguíneo, disminuyendo la oxigenación del tejido cerebral y pudiendo ocasionar un infarto por isquemia³.

Un evento de AVE puede dejar secuelas neurológicas de alta gravedad. Cuando la isquemia compromete una zona⁵ por lo que es necesario entender cómo se lleva a cabo el diagnóstico en la práctica clínica de los pacientes afectados con AVE, para poder asociar en términos de radiación por cada uno, según la variante del examen ejecutado.

En Clínica Alemana Santiago, los protocolos utilizados para el estudio de ACV en TC son los

*Correspondencia: facunas@udd.cl
2022, Revista Confluencia, 5(1), 31-35



siguientes:

- Tomografía de cerebro sin contraste.
- Tomografía de cerebro sin contraste, Angiografía de cerebro.
- Tomografía de cerebro sin contraste, Angiografía de cerebro y cuello.

La dosis de radiación es una medida de la cantidad de energía absorbida, por alguna entidad al exponerse a rayos X⁶. En TC es imposible medir directamente desde el paciente la dosis absorbida. Por ende, se debe recurrir a modelos de referencia simplificados, basados en aproximaciones estandarizadas de la anatomía humana, a través del índice de dosis de TC (CTDI vol) y el producto dosis-longitud (DLP)⁷.

Mientras el examen esté justificado, la dosis a utilizar tendrá que ajustarse para obtener resultados diagnósticos, sin embargo, siempre se debe velar por el cuidado y protección radiológica del paciente utilizando la menor dosis posible siguiendo el principio de ALARA, que por sus siglas en inglés significa; *as low as reasonably achievable*. Junto con esto se han desarrollado los DRL con el fin de regular y disminuir la dosis, reforzando este principio evitando el riesgo de dosis innecesariamente altas durante los exámenes⁸.

DRL es una herramienta efectiva para la optimización de la protección radiológica en la exposición médica de pacientes⁸. Este concepto fue introducido en 1996 por la International Commission on Radiological Protection⁹ y como su nombre implica es una herramienta la cual establece niveles de dosis que el personal de imagenología puede usar como punto de referencia guía, logrando así resultados sin emplear dosis muy altas o bajas en el estudio⁸.

En términos de optimización la monitorización de las dosis relativas permite tanto una menor exposición a radiación del paciente como menor energía empleada por el equipo al generar los rayos X⁸. El DRL establecido por la European Commission para el TC de cráneo, se encuentra entre 90 mGy.cm a 1000 mGy.cm¹.

Los DRLs se obtienen estadísticamente utilizando la distribución de las medianas de las dosis de radiación en DLP y/o CTDIvol recibidas por los pacientes, en caso de muestras pequeñas (un establecimiento); o tercer cuartil de una muestra "n" caso de ser mayor (DRL nacionales o internacionales)⁸. Estos valores deben estar en constante estudio¹⁰.

La información debe obtenerse a partir de los sistemas RIS, HIS y PACS. Los rayos X y la radiación se comportan de manera distinta de acuerdo al grosor del paciente; por ende, se estandariza a un adulto de 70 kg⁸. A pesar de ello, para realizar un estudio exhaustivo de estos valores debería realizarse según intervalos para la talla, la edad y el peso (el cual

debería ser en intervalos entre los 5 y los 15 kg)¹⁰.

Los DRLs se obtienen generalmente de estructuras anatómicas como cabeza, tórax, extremidades, entre otros; sin embargo, según la European Commission, en el informe EUCLID, se indica que los DRLs deberían obtenerse de forma específica a la indicación clínica para procedimientos de imágenes médicas¹¹. Debido a esto, numerosas instituciones de salud europeas de diversos países han realizado DRL institucionales, y se han establecido como un estándar, de acuerdo a la European Society of Radiology (ESR)².

El AVE es la primera causa de años de vida saludables perdidos por discapacidad en Chile¹², antecedentes previos a la pandemia de COVID 19. En la cabeza y el cuello hay presentes estructuras de mayor radiosensibilidad como el cristalino del ojo, hipotálamo e hipófisis en la cabeza; tiroides y paratiroides en el cuello, cuyo desarrollo incluyen una alta tasa de proliferación celular, por lo que la protección radiológica debe procurar obtener un rango óptimo de dosis relativas, por lo que es importante establecer DRL para esta indicación con el fin de regular y estandarizar la dosis entregada al paciente⁶.

Pregunta de la investigación:

¿Cuáles son los niveles de DRL de TC con indicación de AVE en adultos en Clínica Alemana Santiago?

Hipótesis de la investigación:

Los niveles de dosis utilizados en la indicación de TC de AVE en adultos en Clínica Alemana Santiago se encuentran dentro de los rangos recomendados por la European Commission en su estudio EUCLID, y el ESR, debido a los altos estándares de calidad de la clínica.

Objetivo General:

Determinar DRLs con indicación de TC de AVE en adultos en Clínica Alemana Santiago con el fin de establecer un punto de referencia de dosis a usar en el estudio.

Objetivos Específicos:

- Exponer los DRL para indicación de TC de AVE establecidos en la European Commission y el ESR.
- Determinar los DRL en los estudios de TC con indicación de AVE realizados en Clínica Alemana Santiago en todos los equipos disponibles desde marzo de 2019 hasta el primero de marzo de 2020.
- Determinar los DRL en los estudios de TC con indicación de AVE realizados en Clínica Alemana Santiago, por protocolos.
- Comparar los DRL obtenidos en Clínica Alemana Santiago con indicación de AVE, por protocolos entre ellos.



METODOLOGÍA

Esta investigación consistió de un estudio no experimental, ya que se evaluaron datos obtenidos a partir de estudios de TC y no se requirió de manejo de pacientes. Se realizó una recopilación de datos de exploraciones pasadas en plazos de tiempos determinados los cuales serán de naturaleza retrospectiva y transversal siendo considerado como muestra aquellos estudios realizados entre el primero de marzo de 2019 hasta el primero de marzo de 2020, previo al inicio de la pandemia por COVID-19

Para el establecimiento y análisis de los DRL, utilizaron Microsoft Excel, Microsoft Corporation, 2018. Se obtuvo la mediana y el percentil 75 de cada institución¹¹. Se utilizó el sistema de PACS de Clínica Alemana Santiago, IMPAX 6.5.2.657, (Agfa Healthcare) y del software de monitoreo, seguimiento y documentación de dosis¹³ y el software de gestión de dosis de radiación, Radimetrics radiation dose management versión 2.8 Build 53888 (Bayer)¹⁴ para la obtención y análisis de los datos de los estudios de TC por indicación de AVE realizados en los tomógrafos que corresponden a los de Clínica Alemana Santiago (a excepción de los de Clínica Alemana Santiago en Chicureo, debido a su reciente instalación).

El Software Radimetrics, agrupa los protocolos de stroke de los distintos equipos de la institución bajo un solo protocolo denominado Master protocols. Esta carpeta contiene todos los protocolos de TC de cerebro sin contraste, angiografía de cerebro y angiografía de cerebro y cuello, abarcando desde marzo 2019 a marzo 2020, previo al inicio de la pandemia de COVID 19. Se extrajo la información dosimétrica de estos exámenes, siendo estos filtrados por edad, sexo, zona anatómica estudiada, protocolo, fecha y dosis de forma automática. Sin embargo, el software Radimetrics de la clínica no filtra por "indicación", por lo que se debió filtrar este ámbito de forma manual, caso a caso.

A partir de la información filtrada, se extrajo una muestra aleatoria simple de 190 exámenes de pacientes adultos que se han realizado exámenes de TC de cerebro sin contraste, angiografía de cerebro y

angiografía de cerebro y cuello con indicación de AVE en Clínica Alemana Santiago, y a partir de esta muestra se obtuvo la dosis con la que se realizó el examen. La muestra obtenida fue procesada a través del software estadístico Stata, por el cual se obtuvieron los resultados estadísticos expuestos en esta investigación. Los exámenes se dividieron por protocolos para ser comparados entre sí, y determinar si son significativamente distintas o no, pudiendo así evaluar cómo determinar los DRL a obtener.

Implicancias éticas:

La investigación contó con la aprobación del Comité de Ética de Pregrado de la Universidad del Desarrollo y de Clínica Alemana Santiago.

RESULTADO

Se analizó una muestra de 190 exámenes de cerebro con indicación de AVE, por selección aleatoria; a partir de una población de 5131 pacientes a quienes se les realizó TC de cerebro con diversas indicaciones. Esta muestra fue subdividida por protocolos, dando 99 exámenes de TC de cerebro sin contraste, 47 exámenes de Angiografía de cerebro, 44 exámenes de Angiografía de cerebro y cuello, de los cuales se determinó sus DRL de CTDIvol y DLP (Figura 1).

El test de Normalidad de Shapiro-Wilk, brindó un resultado de p-value de valor menor a 0,05; teniendo ambos a un valor que tiende a 0, por lo que la muestra no se distribuye de forma normal (Tabla 1).

Comparación del CTDIvol y DLP por protocolo: Esta prueba fue revisada a través del Test de Kruskal-Wallis, comparando los protocolos de a pares; donde:

- H_i = las medianas son distintas
- H_o = las medianas son iguales

Un p-value mayor a la significancia de 0,05 en la prueba de Kruskal-Wallis demostró una carencia de diferencia significativa en las medianas de los exámenes de cerebro sin contraste y las de angiografía de cerebro y cuello. Esto fue corroborado por un test post hoc de Dunn (Figura 2 y 3).

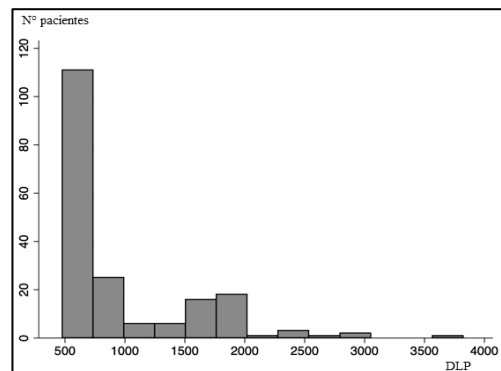
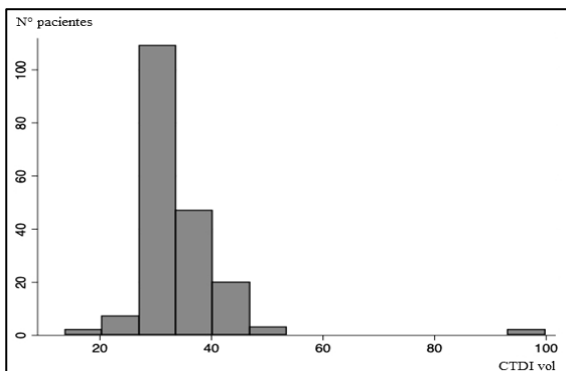


Figura 1. Histograma de distribución de dosis medida en CTDIvol y DLP. Muestra aleatoria de 190 exámenes con indicación AVE para exámenes de TC de cerebro sin contraste, angiografía de cerebro y angiografía de cerebro y cuello.

Tabla 1: Datos estadísticos TC cerebro por protocolo.

		DLP (mGy cm)	CTDIvol (mGy)	Longitud (cm)
CT cerebro sin contraste	Mediana (DRL)	630	33,22	19,18
	Percentil 75	738	38,20	20,63
	Media	709,18	34,81	37,72
	Desviación estándar	363,05	5,51	41,43
Angiografía de cerebro	Mediana (DRL)	1760	28,52	61,90
	Percentil 75	1923	30,07	64,96
	Media	1724,25	29,60	61,85
	Desviación estándar	363,26	4,61	16,74
Angiografía de cerebro y cuello	Mediana (DRL)	644,50	33,08	139,77
	Percentil 75	704,50	35,58	146,21
	Media	765,55	36,07	139,09
	Desviación estándar	511,08	14,47	10,71

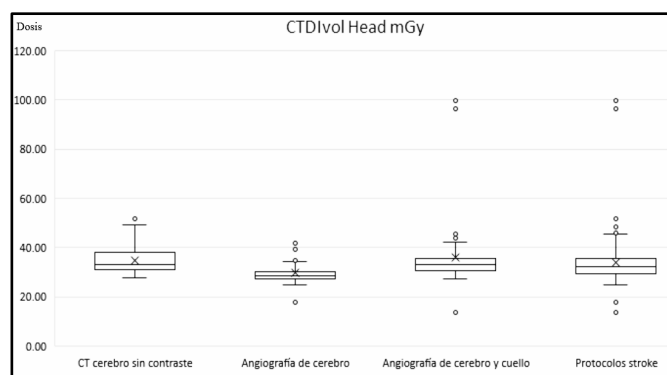


Figura 2. CTDIvol por protocolo. Donde X corresponde a la media, la línea al interior de la caja corresponde a la mediana, las líneas externas corresponden a los límites superior e inferior del primer y cuarto cuartil respectivamente.

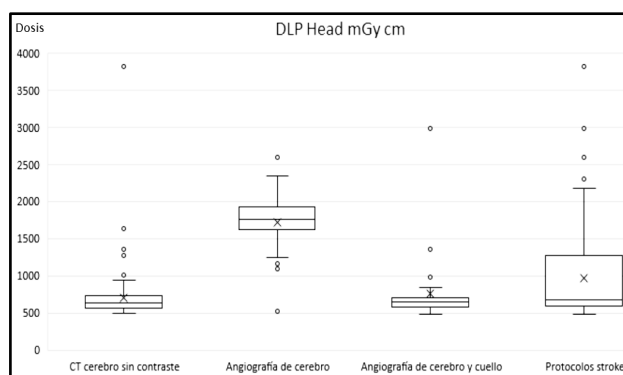


Figura 3. DLP por protocolo. Donde X corresponde a la media, la línea al interior de la caja corresponde a la mediana, las líneas externas corresponden a los límites superior e inferior del primer y cuarto cuartil respectivamente.

DISCUSIÓN

Los datos dosimétricos obtenidos de la muestra de 190 pacientes en Clínica Alemana Santiago indicaron que nuestros resultados en efecto se encuentran en el rango de la dosis indicado en la literatura, específicamente en el estudio EUCLID; DLP: 90-1000 mGy cm¹. Obteniendo un DLP para el protocolo stroke de Clínica Alemana Santiago de 680,50. Esto nos demuestra que si bien la Clínica Alemana no posee un DLR específico para la indicación de AVE, su constante preocupación por el control de dosis en sus estudios, como también la gran capacitación de sus tecnólogos médicos, el uso de equipos con detectores de alta sensibilidad y la utilización de softwares de reconstrucción iterativa asegura que esta se mantenga dentro de rangos recomendados internacionalmente.

El estudio estadístico de los protocolos arrojó que sólo las muestras de cerebro sin contraste y angiotac de cerebro y cuello, tanto en CTDIvol como DLP, no presentan diferencias significativas. Esto se debe a que las dosis impartidas en los exámenes angiográficos en Clínica Alemana Santiago son de al menos un 50% a aquella de los exámenes de TC de cerebro sin contraste, algunos siendo incluso un 30%

de la dosis de radiación de TC de cerebro sin contraste, por lo que a pesar de realizarse barridos más largos la dosis de radiación resultante suele ser similar o menor a la del estudio sin contraste. Sin embargo, se observó una elevada dosis de radiación en los estudios de Angiografía de cerebro específicamente, obteniéndose un DLR de 1760 mGy cm, siendo mayor al rango recomendado por la ESR. Esta discrepancia en medición de dosis se podría profundizar más en estudios futuros que tengan como objetivo el comparar con otras instituciones.

Se evaluaron los datos obtenidos en Clínica Alemana Santiago con aquellos de un estudio de la ESR, donde se observó que las dosis de radiación entregadas en los estudios del protocolo stroke de Clínica Alemana Santiago son menores a aquellas entregadas en los protocolos stroke de la ESR².

Una ventaja de la metodología y tipo de estudio utilizado fue no tener la necesidad de haber registrado físicamente cada estudio tomado por cada tomógrafo de Clínica Alemana Santiago ya que se contó con el software Radimetrics sincronizado con la base de datos de los exámenes, permitiendo una extracción rápida de una gran muestra. Sin embargo, una desventaja importante fue el no contar con la



posibilidad de filtrar los estudios por indicación y poder categorizarlos directamente para almacenar los datos de manera eficaz, teniendo que recurrir a revisar individualmente si es que la indicación era la apropiada.

CONCLUSIÓN

Es posible establecer DRL en base a una indicación específica, en este caso de AVE, para un centro asistencial en específico. Adicionalmente, los datos obtenidos indican que las dosis de radiación administradas en exámenes de TC con indicación AVE en Clínica Alemana Santiago está dentro de los rangos establecidos por el estudio EUCLID, a excepción del protocolo de Angiografía de cerebro¹. Adicionalmente la dosis impartida en Clínica Alemana Santiago por protocolo *stroke* es menor a aquella impartida en exámenes de TC por *stroke* a nivel europeo.

También es posible determinar DRL específico por protocolos de examinación de acuerdo a su indicación clínica, obteniéndose DRL para exámenes de TC de cerebro sin contraste, Angiografía de cerebro y Angiografía de cerebro y cuello para indicación AVE en Clínica Alemana Santiago.

La discrepancia entre los exámenes de Angiografía de cerebro con los de TC de cerebro y Angiografía de cerebro y cuello debería ser evaluada a futuro en un estudio prospectivo enfocado a este protocolo. Por otro lado, se puede proponer a futuro el desarrollo de softwares de control de dosis, con la capacidad de registrar estudios imagenológicos por categoría de indicación clínica, para que en investigaciones futuras la recolección de datos sea más eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Damilakis J, Frija G, Jaschke W, Paulo G, Repussard J, Schegerer A, et al. European Study on Clinical Diagnostic Reference Levels for X-ray Medical Imaging. European Study on Clinical DRLs. March 2020. Deliverable 2.1: Report and review on existing clinical DRLs.
2. Tsapaki V, Damilakis J, Paulo G, Schegerer AA, Repussard J, Jaschke W, et al. CT diagnostic reference levels based on clinical indications: results of a large-scale European survey. Eur Radiol. julio de 2021;31(7):4459-69.
3. Potter CA, Vagal AS, Goyal M, Nunez DB, Leslie-Mazwi TM, Lev MH. CT for Treatment Selection in Acute Ischemic Stroke: A Code Stroke Primer. RadioGraphics. octubre de 2019;39(6):1717-38.
4. Hakimi R, Garg A. Imaging of Hemorrhagic Stroke. Continuum (Minneapolis, Minn). 2016 Oct;22(5, Neuroimaging):1424-1450.
5. Lindsay MP, Norrving B, Sacco RL, Brainin M, Hacke W, Martins S, et al. World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2019. Int J Stroke. octubre de 2019;14(8):806-17.
6. Andisco D, Blanco S, Buzzi AE. Dosimetría en radiología. Rev Argent Radiol. abril de 2014;78(2):114-7.
7. Allende F, Lobos V, Zúñiga A. Corrección de índice de dosis en tomografía computarizada por parámetro de diámetro efectivo según reporte 204 de la Asociación Americana de Físicos Médicos. Rev Chil Radiol. abril de 2016;22(2):61-9.
8. Ubeda de la C. C, Vaño C. E, Ruiz Cruces. R, Soffia S. P, Fabri G. D. Niveles de referencia para diagnóstico: Una herramienta efectiva para la protección radiológica de pacientes. Rev Chil Radiol. marzo de 2019;25(1):19-25.
9. Vawda Z, Pitcher R, Akudugu J, Groenewald W. Diagnostic reference levels for paediatric computed tomography. South Afr J Radiol [Internet]. 30 de noviembre de 2015 [citado 16 de septiembre de 2021];19(2). Disponible en: <https://sajr.org.za/index.php/sajr/article/view/846>
10. Bosmans H, Damilakis J, Ducou le Pointe H, Foley SJ. Radiation Protection No. 185 European Guidelines on Diagnostic Reference Levels for Paediatric Imaging.
11. Garba I, Zarb F, McEntee MF, Fabri SG. Computed tomography diagnostic reference levels for adult brain, chest and abdominal examinations: A systematic review. Radiography. mayo de 2021;27(2):673-81.
12. Ataque Cerebrovascular [Internet]. Ministerio de Salud – Gobierno de Chile. [citado 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: https://www.minsal.cl/ataque_cerebral/
13. Bosch E, Castillo R, Cea Ó, Salinas C, Rivas J, Díaz-Narváez V. Diez años desde la implementación del RIS PACS de la Clínica Alemana de Santiago: impacto de la tomografía computarizada en el uso y disponibilidad de archivo. Rev Chil Radiol. julio de 2016;22(3):102-7.
14. Dose Management [Internet]. Radiology Global Website. [citado 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.radiology.bayer.com/products/dose-management>.

