

La organización multidisciplinar institucional para gestionar la dosis radiológica no es suficiente para conseguir la implicación de los servicios de radiología: Una experiencia regional

José María García Santos¹, Juana María Plasencia Martínez¹, Manuel Buades Forner², Fernando Canales

Melgarejo³, José Alberto Munuera Flores⁴, Antonio González López², Mónica Ballesta Ruiz⁵

¹Servicio de Radiología. Hospital Universitario Morales Meseguer, Murcia; ²Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca, El Palmar (Murcia); ³Provisión de servicios externos en *Siemens Healthineers*, Proyecto de Gestión de Dosis, Murcia; ⁴Facultad de Medicina, Universidad de Murcia, Murcia; ⁵Departamento de Ciencias Sociosanitarias. Facultad de Medicina, Universidad de Murcia. Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria Pascual Parrilla, IMIB-Arrixaca, El Palmar (Murcia)

Declaraciones de interés

José M^a García Santos y Juana M^a Plasencia Martínez son radiólogos, miembros de uno de los tres servicios de radiología cuyos datos se han usados en este estudio.

Manuel Buades Forner y Antonio Martínez López son físicos, miembros del servicio de radiofísica y protección radiológica que apoya a los tres servicios de radiología cuyos datos se han utilizado para este estudio.

Fernando Canales Melgarejo es físico y proveedor externo de servicios de Siemens Healthineers, encargado de la explotación del software de gestión de dosis radiológica.

José Alberto Munuera Flores (estudiante de medicina) y Mónica Ballesta Ruiz (estadística) formaban parte de la Facultad de Medicina de Murcia durante el periodo de este estudio.

Ninguno de los autores tiene interés económico alguno relacionado con este estudio.

Antecedentes

Pruebas radiológicas
Radiación ionizante

Monitorización
Software

Niveles de referencia
de dosis diagnóstica

En 2014 la Directiva 2013/59/EURATOM requirió transferir a los registros de imagen médica diagnóstica parámetros relevantes para valorar la dosis de radiación en pacientes, y usar niveles de referencia para el diagnóstico (DRL). Para ello, se ha extendido el uso de software para monitorizar la dosis de radiación médica (SMD-rad), que todavía afrontan importantes desafíos, particularmente la integración en los flujos de trabajo clínico.

Antecedentes

La Región de Murcia comenzó la implantación de un SMD-rad en 2014, que se extendió en 2016 a sus nueve áreas de salud, acompañado de un programa de excelencia de dosis para optimizar, unificar la práctica radiológica y extender la inquietud por la dosis a todos los centros del Servicio Murciano de Salud.



Antecedentes

Durante años, nuestra organización regional ha mejorado la protección radiológica y la seguridad de los pacientes, y ha establecido DRL propios, todo gracias a la estandarización de los estudios de tomografía computarizada, el *benchmarking* y la comunicación de los sucesos específicos (alertas de dosis – AD).

Comité de Dirección

Participantes

- Servicio Murciano de Salud
- Áreas de Salud
- Radiofísica/Radioprotección
- Empresa externa de gestión

Comités Locales

Participantes

- Radiólogos
- Supervisora
- Técnicos de radiología
- Radiofísica/Radioprotección
- Empresa externa de gestión

Control y mejora de la
protección y la seguridad

- Control y reducción de la exposición a la radiación ionizante
- Estandarizar los estudios compartidos (procesos comunes)
 - Optimizar los protocolos técnicos (*benchmarking*)
 - Analizar la comunicación de sucesos específicos: Alertas

Antecedentes

La Región de Murcia es la única en Europa que, como tal, tienen la acreditación *EuroSafe 5-Stars Premium* (Sociedad Europea de Radiología ESR) por su promoción de las prácticas de protección radiológica en todos sus servicios de radiología (SR).



Wall of Stars



This is the list of institutions that have earned their Star on the EuroSafe Imaging 'Wall of Fame'.

EuroSafe Imaging Star ★★★★★ Premium

Spain

Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia
University Hospital La Princesa

Servicio Murciano de Salud

- (Área I – Hospital Virgen de la Arrixaca
- Área II – Complejo Hospitalario de Cartagena
- Área III – Hospital Rafael Méndez
- Área IV – Hospital Comarcal del Noroeste
- Área V – Hospital Virgen del Castillo
- Área VI – Hospital Morales Meseguer
- Área VII – Hospital Reina Sofía
- Área VIII – Hospital de Los Arcos del Mar Menor
- Área IX – Hospital de la Vega Lorenzo Guirao)

Justificación del estudio

Sin embargo, hay brechas en la homogeneidad de este esfuerzo enfocado en la seguridad y calidad asistencial, que se conocen gracias a las reuniones periódicas del comité de dirección regional, y de los comités locales. Una de ellas es la justificación de las AD, tanto en su número como en su adecuación. Por ejemplo, en el SR del Área VI de Salud no ha sido raro justificar por sobrepeso AD de la TC de cráneo, pero sí en el resto. No es un SMD-rad quien garantiza la seguridad sino los profesionales del SR. En los hospitales públicos de nuestra región, la justificación implica directamente a los técnicos de radiología e indirectamente a los radiólogos y la dirección del SR. Analizar la realidad de esta grieta para mejorar nuestros indicadores de salud ha sido la justificación de este estudio.

Objetivos

Recoger datos de dosis radiológica en la TC craneal (TCC) para analizar:

- la prevalencia de alertas de dosis,
 - el porcentaje de justificaciones,
 - factores que influyan en el índice de justificación, y
 - la adecuación de la justificación.
-

Material y métodos

Muestra

1. Pacientes ≥ 18 años.
 2. Todos los TCC identificados con las prestaciones:
TC de cerebro sin contraste, TC de cerebro con contraste y TC de cerebro sin/con contraste
 3. Periodo de estudio:
Octubre-2023/diciembre-2024 en tres SR metropolitanos de Murcia
-

Material y métodos

Variables¹

- número de alertas de dosis (AD),
- número de justificaciones (códigos de justificación*),
- producto-dosis-longitud (DLP),
- índice de masa corporal (IMC),
- longitud de escaneo (LE),
- centrado (Delta-XYmax),
- fecha, hora, motivo de justificación y
- técnico responsable.

¹ Las variables se extrajeron del software *Radiation Dose Monitoring* – RDM (MedSquare SAS, París, Francia)

Material y métodos

Variables

*códigos de justificación de AD:

C00	Estudio interrumpido
C01	Politraumatizado
C02	Protocolo erróneo
C03	Sobrepeso
C04	Paciente movido
C05	Fallo de inyección de contraste
C06	Ampliación de estudio por falta de información
C07	Fallo en el centrado
C08	Brazos a lo largo del cuerpo o cerca del área de exploración
C09	Paciente con inmovilizaciones
C10	Reacción adversa al contraste
C11	Fallo del equipo
C12	Paciente erróneo
C13	Causa desconocida
C14	Calibración del equipo
C15	Imagen no diagnóstica
C16	Otros motivos ¹

AD: Alerta de dosis. ¹El código C16 corresponde a un cajón de sastre en el que se incluyen para los efectos de este estudio todas las justificaciones manuscritas que se hicieron en el sistema de gestión de dosis sin usar los códigos preestablecidos (149/1.631, 9,1%).

Material y métodos

Indicadores Con las variables del estudio, analizamos:

A) En los tres SR y entre ellos

1) Número y porcentajes de AD y justificaciones, motivos de justificación, y factores que pueden afectar a la justificación como:

- compromiso del técnico (número de ellos identificados en los estudios que hicieron y en las AD que se justificaron), y
- presión asistencial durante el día y el año (datos de justificación en turnos 8-15h, 15-22h, y 22-8h, y semestrales octubre-2023 a octubre-2024).

Material y métodos

Indicadores

B) En los tres SR y entre ellos

2) justificación potencialmente incorrecta (distribución de los códigos de justificación).

C) Solo en el SR-3

3) justificación potencialmente incorrecta (uso del sobrepeso/IMC como causa de la AD).

Material y métodos

Análisis

- en cada SR y entre los SR, y
- entre los grupos con AD justificadas por sobrepeso o por un motivo diferente al sobrepeso solo en el SR-3 (solo aquí se disponía del IMC en la mayoría de los pacientes)

Variables cuantitativas: test de Mann-Whitney

Variables cualitativas: test de la χ^2 .

Material y métodos

Análisis

- en el SR-3 (solo aquí se disponía del IMC en la mayoría de los pacientes)

Análisis multivariante tipo regresión logística binaria

- variable dependiente: AD,
- variables predictoras: edad, sexo, IMC, LE, y Delta XYmax

Resultados

Porcentajes de AD y de JAD

Las AD y las AD justificadas fueron significativamente diferentes entre los tres SR. Las AD fueron más en el SR-3, pero también el porcentaje de justificaciones.

SR	Estudios totales	Estudios sin alerta	Estudios con alerta	Valor P
SR-1	12.326	10.689 (86,7%)	1.637 (13,3%)	< 0,00001*
SR-2	6.407	5.239 (81,8%)	1.168 (18,2%)	
SR-3	7.872	6.322 (80,3%)	1.550 (19,7%)	
Total	26.605	22.250 (83,6%)	4.355 (16,4%)	

* Alertas SR1<SR2 y SR1<SR3, ambos P <0,00001; SR-2<SR-3, P = 0,0286.

SR	Alertas totales	Alertas justificadas	Alertas no justificadas	Valor P
SR-1	1.637	349 (21,3%)	1.288 (78,7%)	< 0,00001*
SR-2	1.168	512 (43,8%)	656 (56,2%)	
SR-3	1.550	770 (49,7%)	780 (50,3%)	
Total	4.355	1.631 (37,5%)	2.724 (62,5%)	

* Justificaciones SR1<SR2 y SR-1<SR-3, ambos, P <0,00001; SR-2<SR-3, P = 0,0025.

Resultados

Registro del técnico responsable en alertas y justificaciones

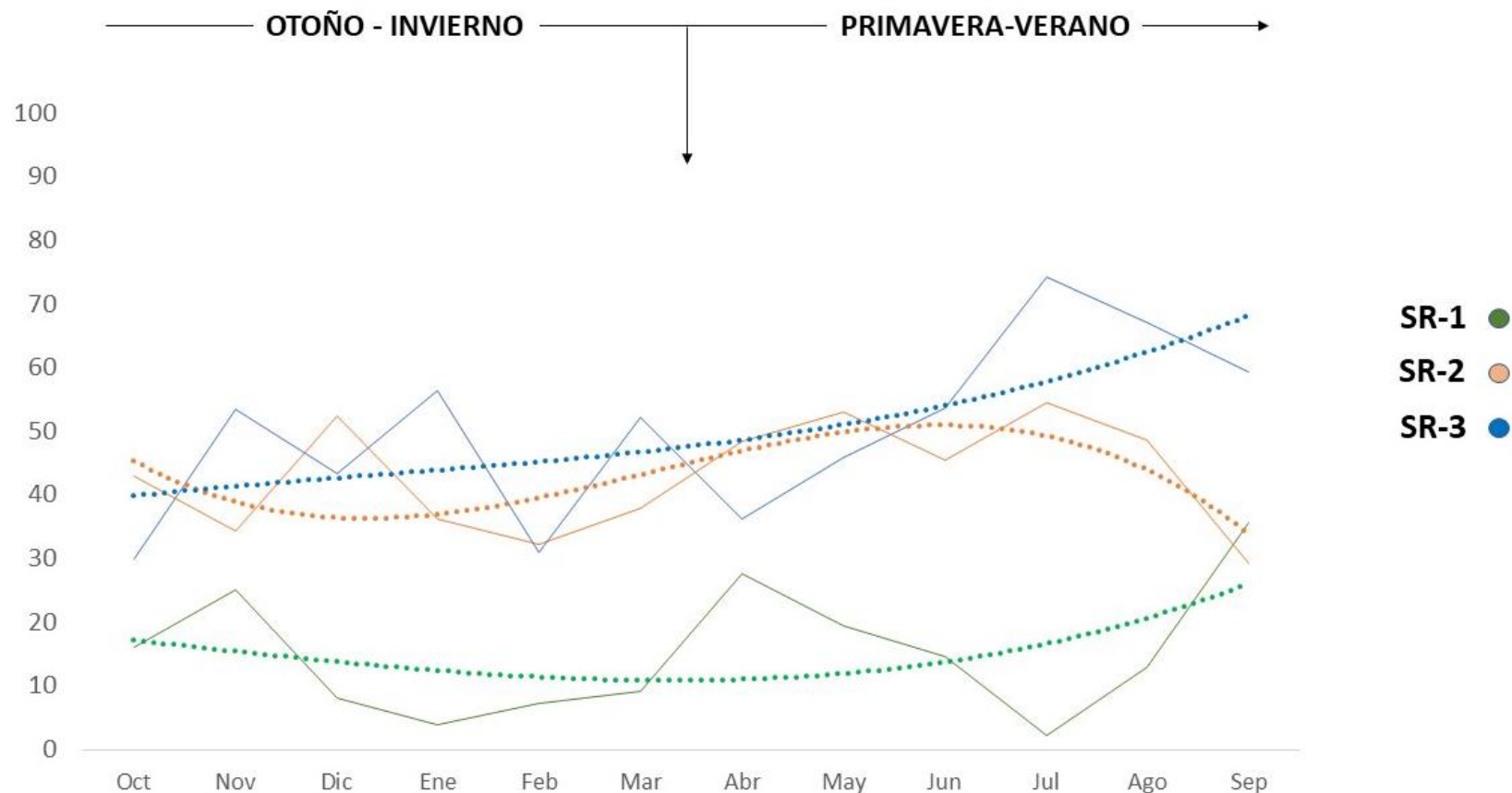
La identificación del técnico de radiología, tanto en los estudios con AD como en las justificaciones, fue significativamente diferente entre el SR-3 (88,3% de AD; 94,8% de justificaciones) y el SR-1 (5,1% de AD; 9,2% de justificaciones) y el SR-2 (1,6% de AD; 0,4% de justificaciones); y entre el SR-1 y el SR-2 (todas las comparaciones $P < 0,00001$).

SR	AD sin técnico	AD con técnico	JAD sin técnico	JAD con técnico
SR-1	1.553/1.637 (94,9%)	84/1.637 (5,1%)	317/349 (90,8%)	32/349 (9,2%)
SR-2	1.149/1.168 (98,4%)	19/1.168 (1,6%)	510/512 (99,6%)	2/512 (0,4%)
SR-3	182/1.550 (11,7%)	1.368/1550 (88,3%)	40/770 (5,2%)	730/770 (94,8%)
Total	2.884/4.355 (66,2%)	1.471/4.355 (33,8%)	867/1.631 (53,2%)	764/1.631 (46,8%)

Resultados

Evolución estacional de los porcentajes de justificación de las AD en los tres SR

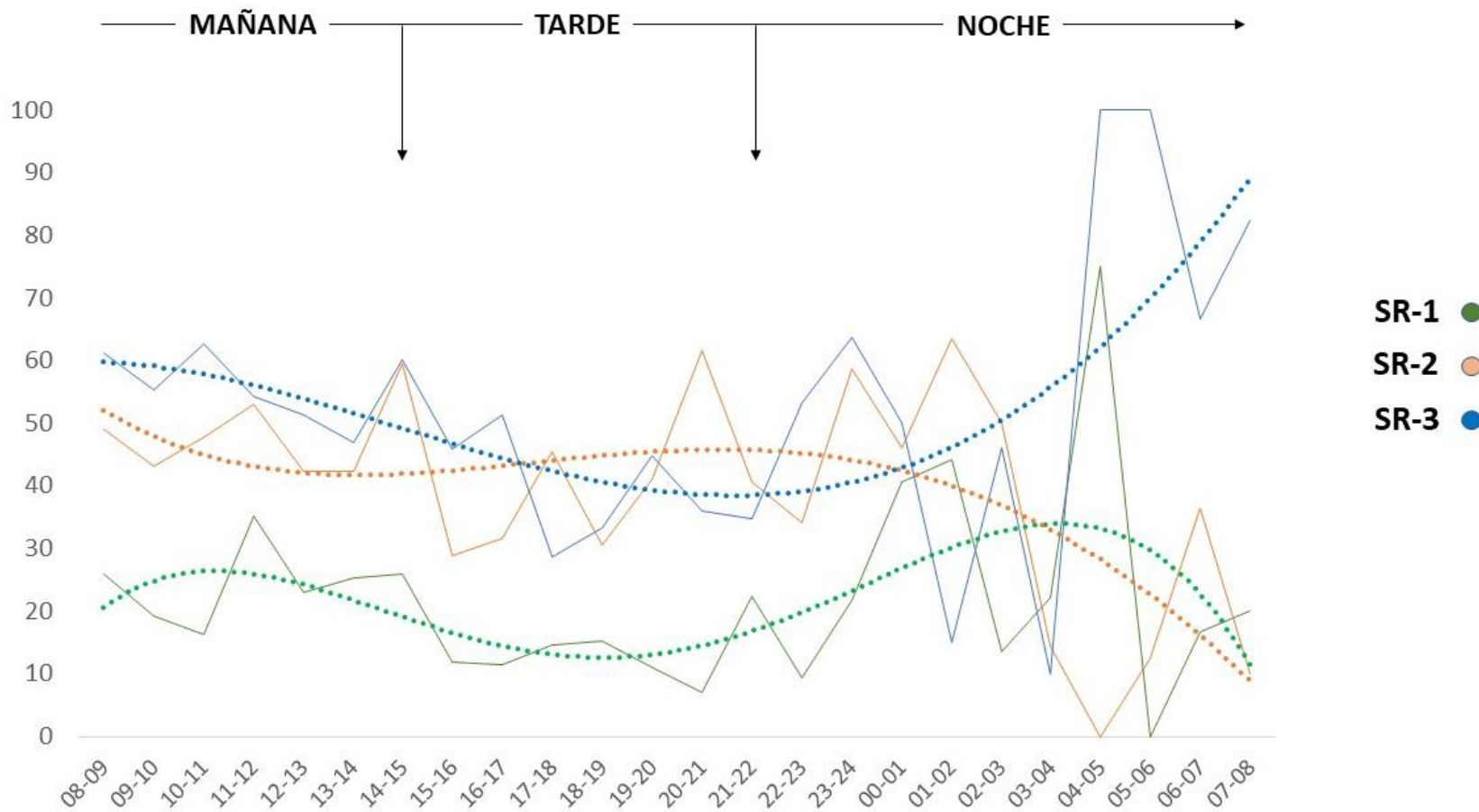
En el SR-2 y el SR-3 la tendencia fue a justificar más las AD en el segundo semestre del año, especialmente en el SR-3



Resultados

Evolución diaria de los porcentajes de justificación de las AD en los tres SR

Sólo en el SR-3 hubo una tendencia clara a justificar más las AD en los turnos de mañana. La variabilidad y dispersión en los turnos de noche fue muy alta en los tres SR



Resultados

Registro de justificaciones (A), y frecuencia de justificaciones (B)

- Globalmente, el código C06 se utilizó en el 50% (815/1631), y fue la justificación principal en los tres centros.
- El uso de los códigos distintos al C06 tuvo una distribución distinta entre los tres SR.

(A)					(B)				
Código	SR-1	SR-2	SR-3	Total	SR-1	SR-2	SR-3	Total	
C00	-	-	2 (0,2%)	2 (0,1%)	C06 (46,1%)	C06 (57,6%)	C06 (46,6%)	C06 (50,0%)	
C01	5 (1,4%)	64 (12,5%)	41 (5,3%)	110 (6,7%)	C16 (15,2%)	C01 (12,5%)	C03 (15,4%)	C16 (9,1%)	
C02	43 (12,3%)	28 (5,4%)	42 (5,4%)	113 (6,9%)	C02 (12,3%)	C04 (8,6%)	C16 (10,2%)	C03 (9,0%)	
C03	3 (0,8%)	25 (4,9%)	119 (15,4%)	147 (9,0%)	C13 (11,2%)	C02 (5,4%)	C02 (5,4%)	C02 (6,9%)	
C04	20 (5,7%)	44 (8,6%)	26 (3,3%)	90 (5,5%)	C04 (5,7%)	C03 (4,9%)	C01 (5,3%)	C01 (6,7%)	
C05	-	5 (0,9%)	-	5 (0,3%)	C07 (3,4%)	C13 (4,1%)	C07 (5,2%)	C13 (6,1%)	
C06	161 (46,1%)	295 (57,6%)	359 (46,6%)	815 (49,9%)	C08 (2,6%)	C16 (3,3%)	C13 (5,2%)	C04 (5,5%)	
C07	12 (3,4%)	11 (2,1%)	40 (5,2%)	63 (3,8%)	C01 (1,4%)	C07 (2,1%)	C04 (3,3%)	C07 (3,8%)	
C08	9 (2,6%)	2 (0,4%)	2 (0,2%)	13 (0,8%)	C03 (0,8%)	C05 (0,9%)	C12 (1,8%)	C08 (0,8%)	
C09	2 (0,6%)	-	5 (0,6%)	7 (0,4%)	C09 (0,6%)	C08 (0,4%)	C09 (0,6%)	C12 (0,8%)	
C10	-	-	-	-	C15 (0,6%)	C00	C00 (0,2%)	C09 (0,4%)	
C11	-	-	1 (0,1%)	1 (0,06%)	C00	C09	C08 (0,2%)	C05 (0,3%)	
C12	-	-	14 (1,8%)	14 (0,8%)	C05	C10	C11 (0,1%)	C0 (0,1%)	
C13	39 (11,2%)	21 (4,1%)	40 (5,2%)	100 (6,1%)	C10	C11	C05	C15 (0,1%)	
C14	-	-	-	-	C11	C12	C10	C11 (0,06%)	
C15	2 (0,6%)	-	-	2 (0,1%)	C12	C14	C14	C10	
C16	53 (15,2%)	17 (3,3%)	79 (10,2%)	149 (9,1%)	C14	C15	C15	C14	
Total	349	512	770	1.631					

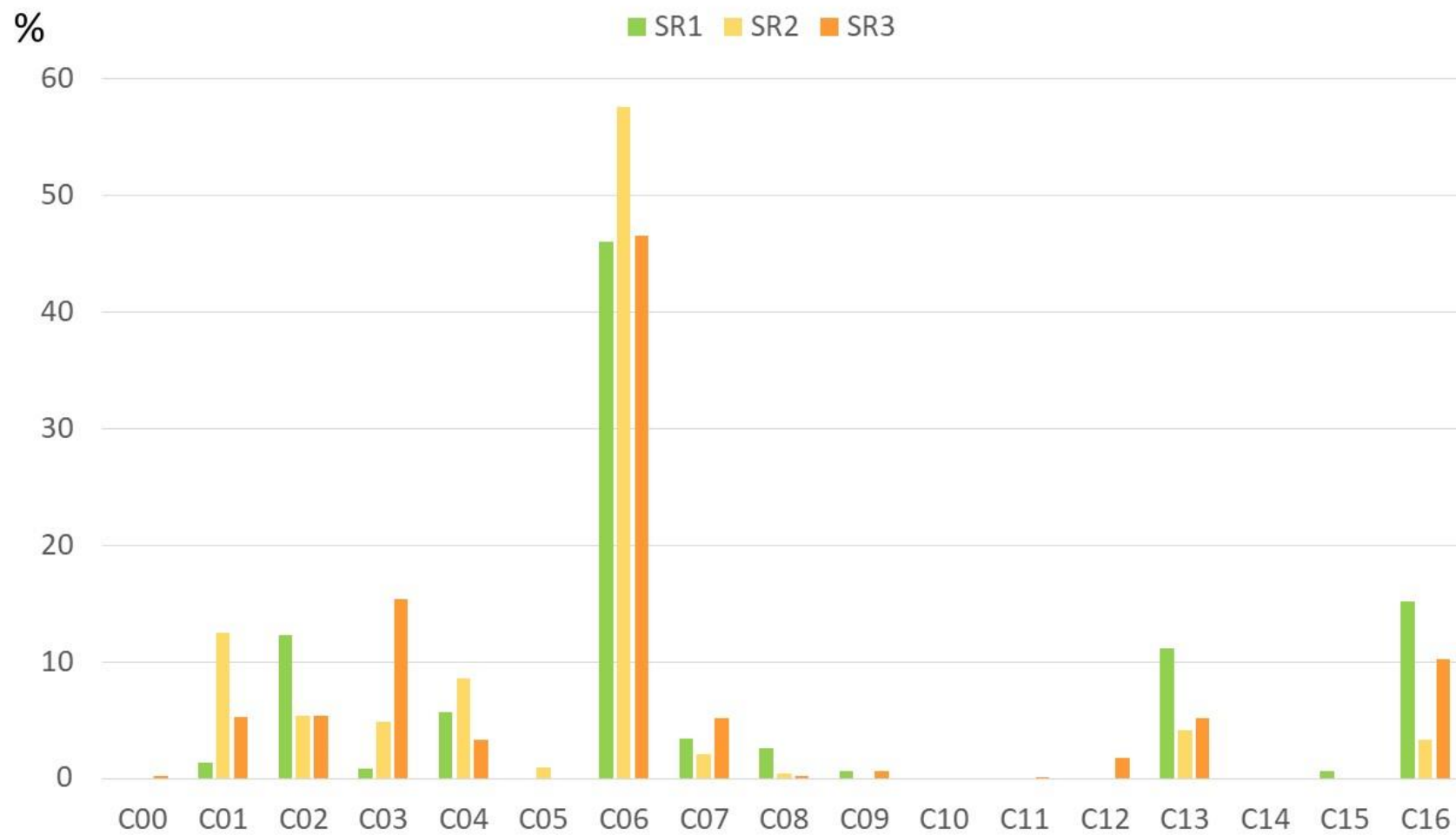
SR: Servicio de Radiología

SR: Servicio de Radiología. El lado izquierdo de la tabla muestra las frecuencias y porcentajes de justificación de cada servicio ordenadas por el código. En la derecha aparecen ordenados por la frecuencia, de mayor a menor.

Resultados

Distribución del uso de los códigos de justificación de las AD en los tres SR

El uso de los códigos distintos al C06 tuvo una distribución distinta entre los tres SR. La gráfica muestra cómo entre esos códigos más usados después del C06 (C01, C02, C03, C04 y C13), las diferencias de uso son del doble o incluso del triple entre los SR.



Resultados

Análisis del sobrepeso como justificación de la alerta de dosis

En el SR-3 el sobrepeso se usó el 15,3%, frente al 0,8% (SR-1) y el 4,9% (SR-2). La obesidad no es relevante en la dosis de la TCC, el tamaño de la cabeza cambia poco en la obesidad, y la LE en nuestra muestra SR-3 no fue mayor cuando las AD se justificaron por sobrepeso. Aunque el IMC y la dosis fueron mayores en el grupo de AD justificadas por sobrepeso, el IMC se solapó en los pacientes justificados o no por sobrepeso.

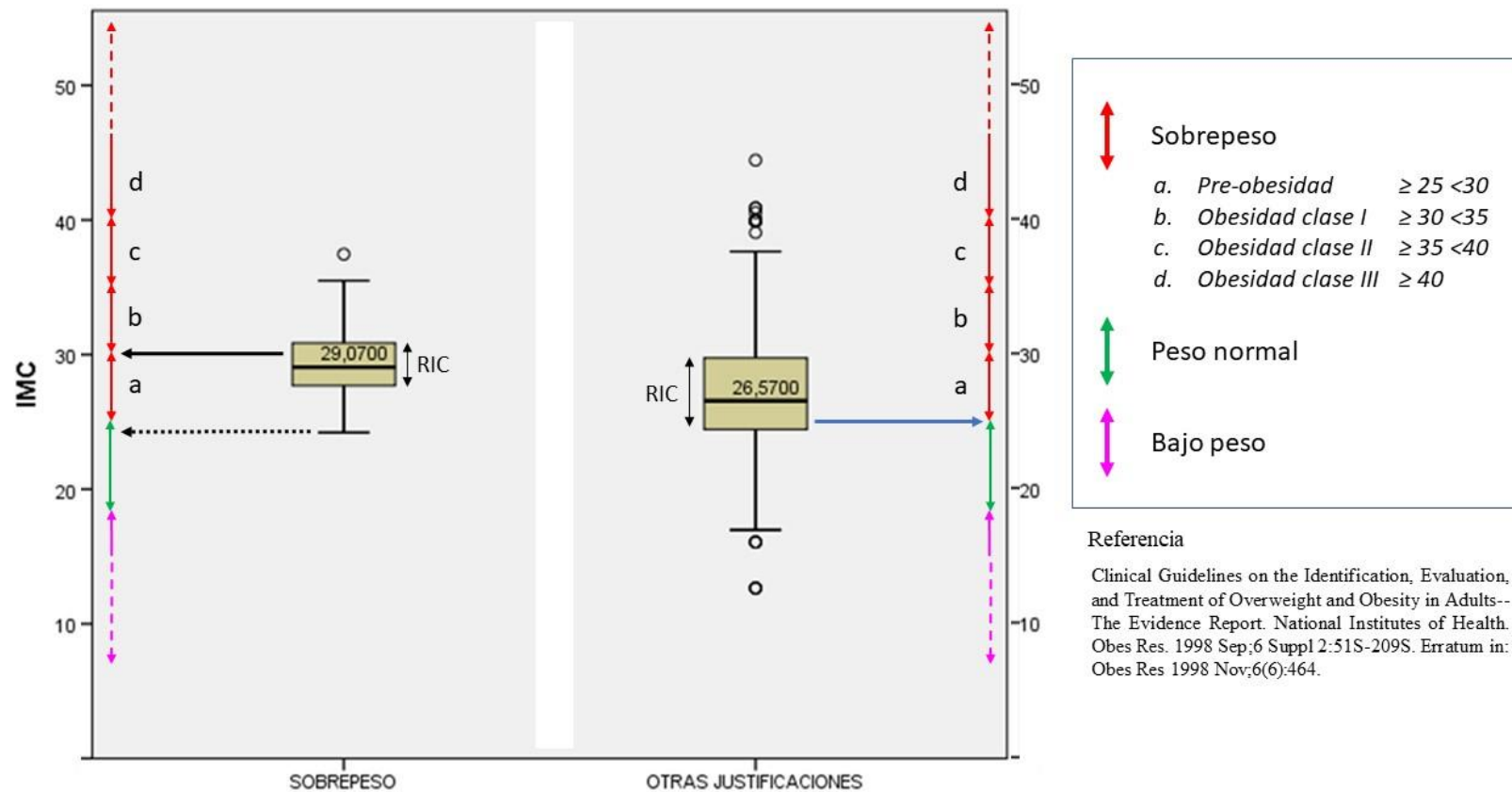
	Alerta no justificada		Alerta justificada como sobrepeso		Alerta justificada con otro motivo	
	Media (DE)	Mediana (RIC)	Media (DE)	Mediana (RIC)	Media (DE)	Mediana (RIC)
DLP	1.892,2 (831,4)	1.859 (1.193-2.475)	2.227,9 (839,7)	2.331 (1.430,5-2.859)	2.024,7 (864,2)	1.936 (1.207-2.704)
LE	295,7 (212,1)	199 (162-313,3)	302,5 (194,9)	219 (165-398)	290,2 (219,4)	194 (159-320)
IMC	26,2 (4,6)	25,6 (23,4-28,6)	29,3 (2,6)	29,1 (27,7-30,9)	27,2 (4,8)	26,6 (24,5-29,8)

DE: Desviación Estándar; DLP: Producto Dosis Longitud; IMC: Índice de Masa Corporal; LE: Longitud de Escaneo; RIC: Rango intercuartílico; SR: Servicio de Radiología

Resultados

Análisis del sobrepeso como justificación de la AD

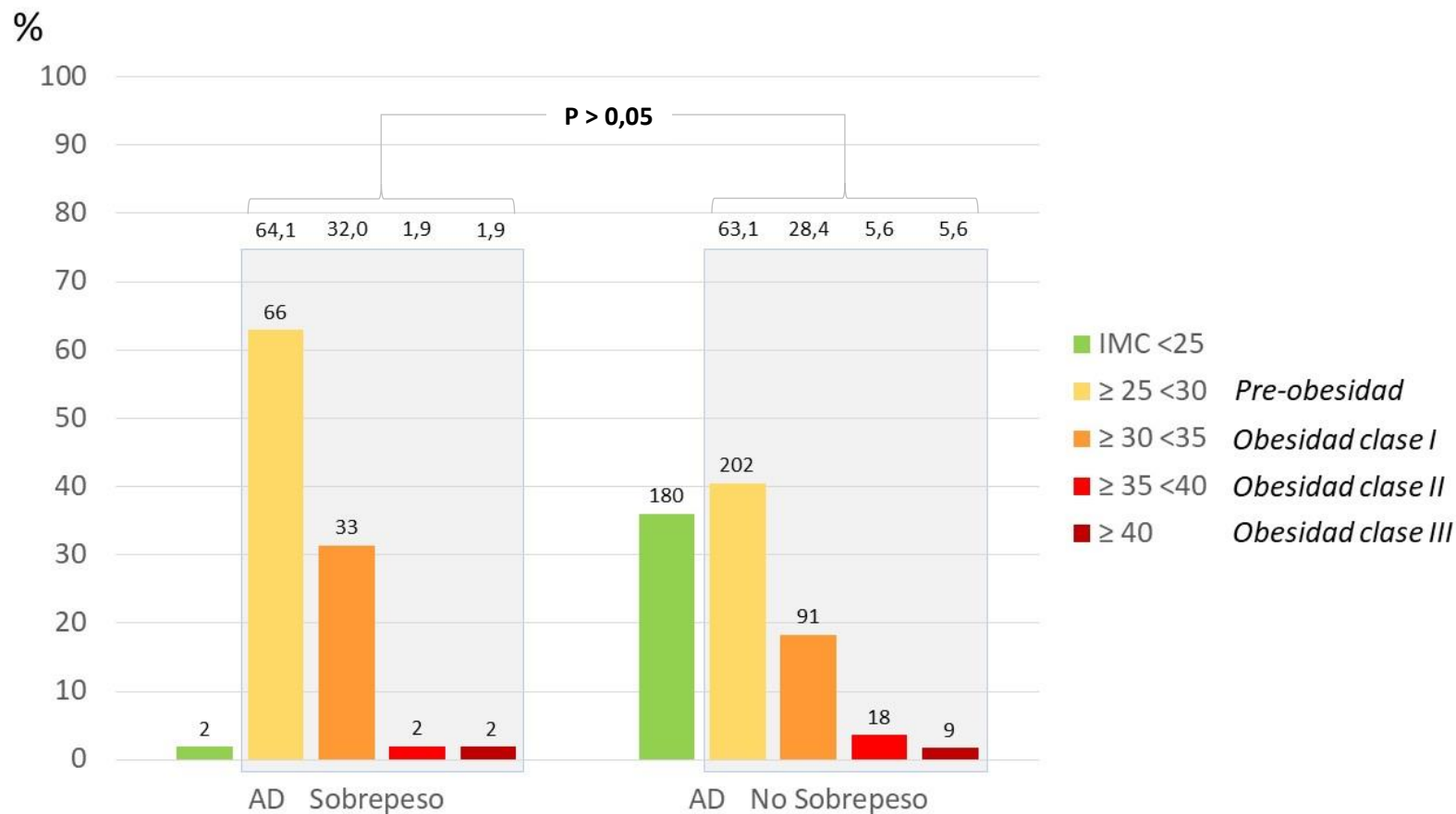
Índices de masa corporal presentados como medianas y rangos intercuartílicos (RIC), en las alertas justificadas como sobrepeso y las justificadas con otros motivos. La flecha negra discontinua muestra cómo dentro de las justificaciones por sobrepeso hay pacientes que están todavía dentro del rango de peso normal. La flecha negra continua muestra que aproximadamente dos tercios de las alertas justificadas por sobrepeso dentro del RIC, no alcanzaron un índice de masa corporal (IMC) de obesidad. La flecha azul muestra que más de tres cuartas partes de las alertas de dosis justificadas por otro motivo dentro del RIC, correspondieron a pacientes con un IMC por encima del rango del peso normal. Las medianas y RIC de ambos grupos se sitúan dentro del rango de la preobesidad y se solapan ampliamente.



Resultados

Análisis del sobrepeso como justificación de la AD

Distribución en los rangos de peso normal, preobesidad y obesidad de los pacientes con AD justificadas por sobrepeso y por otro motivo diferente en el SR-3. Aunque el porcentaje de pacientes en el rango del sobrepeso (preobesidad y obesidad) en el grupo de pacientes con AD justificadas por sobrepeso fue del 98,1% frente al 64% en el grupo de AD justificadas por otras razones, considerando en ambos grupos la distribución de los pacientes por el rango de sobrepeso, la distribución fue muy similar. Los números sobre las barras indican las frecuencias absolutas de pacientes; los números sobre los rectángulos grises que engloban a los pacientes con sobrepeso indican los porcentajes sobre el total de pacientes con sobrepeso de cada grupo de justificación de AD.



Resultados

Análisis del sobrepeso como justificación de la AD

Vimos antes que al comparar los dos grupos (JAD por sobrepeso y JAD diferente al sobrepeso) que tanto el IMC ($P < 0,0001$) como el DLP ($P = 0,021$) fueron mayores en los pacientes con JAD por sobrepeso. Sin embargo...

	Valor P	OR	I.C. 95%
Edad	< 0,0001	1,011	1,006 - 1,017
IMC	0,330	0,989	0,966 - 1,012
LE	< 0,0001	1,030	1,026 - 1,034
DeltaXYmax	< 0,0001	1,428	1,319 - 1,546
Sexo	0,003	1,381	1,119 - 1,703

... en el modelo logístico multivariante, el IMC fue la única variable que no predijo una AD, mientras que edad, sexo, LE y el centrado la predijeron discretamente.

Comentarios

- 13-20% de AD en nuestro estudio. Las diferencias de AD con las publicadas (1,54%-4%) tienen justificaciones diversas: carácter experimental en las publicaciones, y diferencias en los umbrales de AD (no implican mayor dosis).
- Más del 50% de AD quedaron sin justificar, con diferencias entre los tres SR. Hay muy pocos datos publicados sobre esto, y solo con carácter experimental.
- En el SR-3, las JAD distintas por turnos de trabajo que pueden traducir presión asistencial, pero los datos sobre la implicación de los técnicos en los tres SR hacen pensar que el factor humano es probablemente lo más importante.
- El uso de las JAD más allá de la principal (C06) fue dispar entre los SR, y en el SR-3, el uso del sobrepeso como JAD fue inadecuado ¿Se entienden bien los códigos? ¿Se usan bien los códigos? ¿Se comprende la importancia?

Conclusiones

- Existen brechas en la gestión de la dosis de radiación ionizante en nuestros SR relacionadas con las AD y su justificación.
- Justificar insuficiente e incorrectamente es una realidad, constatada en lo insuficiente, probablemente no excepcional en lo incorrecto.
- La deficiencia actual de nuestra JAD afecta a la calidad de nuestra protección radiológica, porque no justificarlas o hacerlo mal impide establecer si se trata o no de una dosis mayor en cada caso concreto.
- Es necesario revisar nuestros códigos de JAD, mejorar sus definiciones, controlar estrechamente las JAD diarias e involucrar más a técnicos y radiólogos en la solución de este problema.

Bibliografía

La organización multidisciplinar institucional para gestionar la dosis radiológica no es suficiente para conseguir la implicación de los servicios de radiología: Una experiencia regional

José María García Santos¹, Juana María Plasencia Martínez², Manuel Buades Forner³, Fernando Canales Melgarejo⁴, José Alberto Munuera Flores⁵, Antonio González López⁶, Mónica Ballesta Ruiz⁷

¹Servicio de Radiología, Hospital Universitario Morales Meseguer, Murcia; ²Servicio de Radiología y Protección Radiológica, Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca, El Palmar (Murcia); ³Provisión de servicios externos en Siemens Healthineers, Proyecto de Gestión de Dosis, Murcia; ⁴Facultad de Medicina, Universidad de Murcia, Murcia; ⁵Departamento de Ciencias Socio-sanitarias, Facultad de Medicina, Universidad de Murcia, Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria Pascual Parrilla, IMIB-Arrixaca, El Palmar (Murcia)

1. COUNCIL DIRECTIVE 2013/59/EURATOM. Official Journal of the European Union 17.1.2014; accessed 23.12.2025. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:013:0001:0073:EN:PDF>
2. Loose R, Vaño E, Ammon J, Andersson J, Brat H, Brkljacic B, Caikovska K, Corridori R, Damilakis J, De Bondt T, Frijia G, Granata C, Hoeschen C, Kotter E, Kralik I, McNulty J, Paulo G, Tsapaki V; European Society of Radiology. The use of Dose Management Systems in Europe: Results of an ESR EuroSafe Imaging Questionnaire. *Insights Imaging*. 2024;15(1):201. doi: 10.1186/s13244-024-01765-x.
3. Consejería de Salud de la Región de Murcia. Sanidad implanta un sistema para medir la dosis de radiación que reciben los pacientes durante las pruebas radiológicas [Internet]. Murcia: MurciaSalud; [citado 2024 dic 12]. Disponible en: <https://www.murciasalud.es/-/sanidad-implanta-un-sistema-para-medir-la-dosis-de-radiacion-que-reciben-los-pacientes-durante-las-pruebas-radiologicas>
4. Alanazi M, Kench P, Taba S, Ekpo E. Evaluating the impact of dose monitoring software alerts on radiation dose reduction in computed tomography: A systematic review. *Eur J Radiol*. 2025;183:111892. doi: 10.1016/j.ejrad.2024.111892
5. European Society of Radiology (ESR). How to manage accidental and unintended exposure in radiology: an ESR white paper. *Insights Imaging*. 2019;10(1):23. doi: 10.1186/s13244-019-0691-0

6. Vano E, Loose R, Frijia G, Paulo G, Efsthopoulos E, Granata C, Corridori R, Torresin A, Andersson JS, Tsapaki V, Ammon J, Hoeschen C; European Society of Radiology. Notifications and alerts in patient dose values for computed tomography and fluoroscopy-guided interventional procedures. *Eur Radiol*. 2022;32(8):5525-5531. doi: 10.1007/s00330-022-08675-w.
7. American Association of Physicists in Medicine. AAPM recommendations regarding notification and alert values for CT scanners: guidelines for use of the NEMA XR 25 CT dose-check standard. *Guidelines version 1.0*. April 2011. Available at: <https://www.aapm.org/pubs/ctprotocols/documents/notificationlevelsstatement.pdf>
8. ESR EUROSAFE Imaging <https://www.eurosafeimaging.org/stars/wall-of-stars>. Acceso 12 de diciembre de 2024.
9. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report. National Institutes of Health. *Obes Res*. 1998;6 Suppl 2:51S-209S. Erratum in: *Obes Res* 1998 Nov;6(6):464.
10. Clinical Excellence Commission. Pareto charts & 80-20 rule [Internet]. Sydney: NSW Government; [citado 2025 abr 7]. Disponible en: <https://www.cec.health.nsw.gov.au/CEC-Academy/quality-improvement-tools/pareto-charts>
11. Heilmair C, Zuber N, Bruijns B, Ceyrolle C, Weishaupt D. Implementation of Dose Monitoring Software in the Clinical Routine: First Experiences. *Rofo*. 2016;188(1):82-8. doi: 10.1055/s-0041-106071.
12. Katsari K, Pasquier H, Barati M, Pujadas P, Illing RO. Implementation of a computed tomography dose management program across a multinational healthcare organization. *Eur Radiol*. 2021;31(12):9188-9197. doi: 10.1007/s00330-021-07986-8.
13. Crowley C, Ekpo EU, Carey BW, Joyce S, Kennedy C, Grey T, Duffy B, Kavanagh R, James K, Moloney F, Normoyle B, Moore N, Chopra R, O'Driscoll JC, McEntee MF, Maher MM, O'Connor OJ. Radiation dose tracking in computed tomography: Red alerts and feedback. *Implementing a radiation dose alert system in CT*. *Radiography (Lond)*. 2021;27(1):67-74. doi: 10.1016/j.radi.2020.06.004
14. Fusco R, Setola SV, Raiano N, Granata V, Cerciglio V, Pecori B, Petrillo A. Analysis of a monocentric computed tomography dosimetric database using a radiation dose index monitoring software: dose levels and alerts before and after the implementation of the adaptive statistical iterative reconstruction on CT images. *Radiol Med*. 2022;127(7):733-742. doi: 10.1007/s11547-022-01481-w.
15. Garba I, Penelope EH, Davidson F, Ismail A. Prospective dose monitoring using a manual dose management system: experience in brain computed tomography from a tertiary hospital in Nigeria. *Radiat Prot Dosimetry*. 2024;200(7):648-658. doi: 10.1093/rpd/ncae094.

16. de Almeida RPP, da Silva CA, Gama ZADS. Framework for health care quality and evidence-based practice in radiology departments: A regional study on radiographer's perceptions. *J Med Imaging Radiat Sci*. 2022;53(4):648-658. doi: 10.1016/j.jmir.2022.09.006
17. Chay M. Enhancing safety culture in radiology: Key practices and recommendations for sustainable excellence. *Radiography (Lond)*. 2024;30 Suppl 1:9-16. doi: 10.1016/j.radi.2024.04.025
18. Kubik-Huch RA, Klaghofer R, Römpler M, Weber A, Buddeberg-Fischer B. Workplace experience of radiographers: impact of structural and interpersonal interventions. *Eur Radiol*. 2010;20(2):377-84. doi: 10.1007/s00330-009-1565-5
19. Akrovd D, Jackowski MB, Legg JS. Factors affecting radiographers' organizational commitment. *Radiol Technol*. 2007;78(6):467-75
20. Lee S, Kim KW, Kwon HJ, Lee J, Koo K, Song GW, Lee SG. Relationship of body mass index and abdominal fat with radiation dose received during preoperative liver CT in potential living liver donors: a cross-sectional study. *Quant Imaging Med Surg*. 2022;12(4):2206-2212. doi: 10.21037/qims-21-977
21. Chan VO, McDermott S, Buckley O, Allen S, Casey M, O'Laoide R, Torreggiani WC. The relationship of body mass index and abdominal fat on the radiation dose received during routine computed tomographic imaging of the abdomen and pelvis. *Can Assoc Radiol J*. 2012;63(4):260-6. doi: 10.1016/j.carj.2011.02.006
22. McLaughlin PD, Chawke L, Twomey M, Murphy KP, O'Neill SB, McWilliams SR, James K, Kavanagh RG, Sullivan C, Chan FE, Moore N, O'Connor OJ, Eustace JA, Maher MM. Body composition determinants of radiation dose during abdominopelvic CT. *Insights Imaging*. 2018;9(1):9-16. doi: 10.1007/s13244-017-0577-y
23. Sperry BW, Vamenta MS, Gunta SP, Thompson RC, Einstein AJ, Castillo M, Chaudhary PD, Bremner LI, Cohen YA, Bateman TM, McGhie AI. Influence of Body Mass Index on Radiation Exposure Across Imaging Modalities in the Evaluation of Chest Pain. *J Am Heart Assoc*. 2024;16:1318. doi: 10.1161/JAHA.123.033566
24. Lodwick DL, Cooper JN, Adler B, Lee C, Kelleher K, Minneci PC, Deans KJ. How to identify high radiation burden from computed tomography: an example in obese children. *J Surg Res*. 2017;217:54-62.e3. doi: 10.1016/j.jss.2017.04.031
25. Kalra MK. CT in Obesity: Tips and Tricks. 3rd CT Dose Summit: Strategies for CT Scan Parameter Optimization March 15-16, 2013. Phoenix, Arizona. https://www.aapm.org/meetings/2013CTS/documents/SAT_02kalra_final_CTobesityTipsandtricks.pdf. Access August 3rd, 2025.