

Determinación de la Calidad de Imágenes Clínicas de proyecciones postero anterior y lateral de tórax

Determination of Clinical Image Quality of Posteroanterior and Lateral Chest Images

Leal, C.;¹ * Briceño, A.;² Zambrano, M.³

LEAL, C.; BRICEÑO, A.; ZAMBRANO, M. Determinación de la Calidad de Imágenes Clínicas de proyecciones postero anterior y lateral de tórax. *J. health med. sci.*, 9(3):25-35, 2023.

RESUMEN: Los estudios radiológicos son fundamentales en el diagnóstico y tratamiento de diversas patologías. Su calidad depende de múltiples variables, entre las que destacan, los parámetros de adquisición, interpretación, entre otros. Se propone una metodología estandarizada, sencilla, de fácil interpretación, permitiendo la evaluación regular de la calidad de las imágenes, dando indicios de la propiedad del trabajo en el centro de salud y poder realizar comparaciones entre centros y autores, a partir de los criterios anatómicos establecidos por la Unión Europea, definiendo el parámetro de calidad de la imagen (CI), representadas en una escala de Likert para el análisis de frecuencia, demostrando que puede ser una herramienta de utilidad para la evaluación reiterada de los centros de radiología. Evaluando 140 proyecciones postero anterior y 85 laterales de tórax, con una muestra de 225 estudios, realizados en un centro de salud, ubicado en la ciudad de Mérida, República Bolivariana de Venezuela, escogiendo estas proyecciones, ya que, representan el 32% de los estudios de radiología convencional. Permitiendo la comparación entre proyecciones y autores, obteniéndose para la proyección postero anterior un CI de $5,07 \pm 1,53$ criterios de los ocho establecidos, normalizado un CI de $0,62 \pm 0,19$; las imágenes excelentes solo representan el 22,78%. Comparado con un CI de $4,91 \pm 1,17$ criterios de los seis establecidos, normalizado un CI de $0,82 \pm 0,19$, e imágenes excelentes en un 64,71% para la proyección lateral. Se observa las notorias diferencias entre la calidad de las imágenes clínicas en hombres y mujeres para ambas proyecciones.

PALABRAS CLAVES: Imagen Clínica; Diagnóstico por Imagen; Calidad Imagen; Unión Europea.

INTRODUCCIÓN

La radiografía es de los estudios más comunes, rápidos y económicos que se utiliza para diagnosticar diferentes patologías, como: luxaciones, fracturas, osteoporosis ósea, cáncer, neumonía, tuberculosis, COVID-19, entre otras, generando una imagen bidimensional con la impresión de las estructuras internas del cuerpo [Akhter *et al.*, 2023]. Es un estudio clínico que ayuda a los médicos a diagnosticar y tratar, de forma no invasiva, diversas condiciones médicas. Además, requiere poco tiempo, es accesible, de bajo coste y la dosis de radiación recibida es relativamente baja [Chacaltana, 2015; Briceño, 2022].

Se estima que la dosis efectiva anual por persona, es del orden de 6,24 mSv por año, donde el 49,68% se debe a la radiación natural de fondo o background, con una dosis de 3,1 mSv, seguido por las exposiciones de uso médico con una dosis de 3 mSv, siendo la mayor exposición por la actividad humana representando el 48,08%. Las exposiciones por radiación artificial son del orden de 3,14 mSv, de la cual las exposiciones médicas representan el 95,54% de las exposiciones anuales de origen artificial, en comparación a las otras prácticas, que solo representan el 4,46% [UN, 2008; Riera & Uzcátegui, 2021].

En el mundo se realizan al año aproximadamente 4.200 millones de diagnósticos médicos a través del uso de radiografías. El total anual global de

¹ Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Centro de Agricultura Tropical, Laboratorio de Óptica Aplicada; cleal78@gmail.com

² Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Centro de Estudios Avanzados, Postgrado en Física Médica; alexisbriceno22@gmail.com

³ Universidad de Los Andes (ULA), Facultad de Ciencias, Departamento de Física; zambraneof@gmail.com

* Correspondencia: cleal78@gmail.com.

exámenes se estima en 2.600 millones de radiografías convencionales, 1.100 millones de radiografías dentales, 400 millones de tomografías computarizadas, 1,4 millones de exámenes de medicina nuclear y 6,2 millones de tratamientos de radioterapia por año, este número continúa en aumento a medida que pasa el tiempo. Los estudios radiográficos de tórax representan el 32% de los estudios de radiología convencional, con una dosis del orden de 0,08 mSv [UN, 2022]. En la República Bolivariana de Venezuela se estima que el 50% de todos los procedimientos radiológicos, son las radiografías de tórax, solicitadas de manera rutinaria al ingreso hospitalario y antes de una intervención quirúrgica [COVENIN, 2000].

Sin embargo, existe una enorme variabilidad entre radiólogos en la interpretación de las radiografías de tórax. Unas imágenes de mayor calidad podrían dar lugar a interpretaciones más coherentes y fiables de la radiografía. Sin embargo, las de baja calidad son extremadamente comunes, dando lugar a una evaluación incompleta, así como la aparición de resultados falsos positivos y falsos negativos [Dasgowda *et al.*, 2023], con una tasa estimada de rechazo de estudios cercana al 25%, imágenes que no pueden ser utilizadas debido a la mala calidad de la misma o al posicionamiento del paciente [Murphy, 2019; Briceño, 2022].

Las radiografías de tórax subóptimas se deben a un posicionamiento incorrecto, a una cobertura inadecuada de la región de interés, podrían estar relacionadas con la falta de atención del técnico radiólogo (tecnólogo) en la escogencia inadecuada de los factores de exposición, la compleja anatomía o el estado crítico del paciente, que pueden provocar una sobreexposición o subexposición y dar lugar a una evaluación subóptima de hallazgos claves, provocando una evaluación incompleta, así como a resultados falsos positivos y falsos negativos [Dasgowda *et al.*, 2023]. Las patologías a menudo permanecen mal diagnosticadas debido a la poca calidad diagnóstica de las radiografías, es muy importante mantener una calidad diagnóstica adecuada de las radiografías de tórax realizadas con regularidad. [Suwal *et al.*, 2022]. Al momento de realizar comparaciones entre la lectura de radiólogos y varios tipos de especialistas del área clínica, encontrando que la concordancia es moderada o baja [Aluja-Jaramillo *et al.*, 2016], por lo que se están haciendo un desarrollo importante en las tecnologías de inteligencia artificial, para optimizar la interpretación de las imágenes radiológicas.

La calidad de la imagen clínica depende directamente de las características anatómicas del paciente, como lo es el espesor, que afecta la atenuación del haz de radiación definida por la Ley de Lambert-Beer y los parámetros técnicos seleccionados, es decir, el kilovoltaje (Kv) aplicado al tubo de rayos X y la corriente (mA). El Kv define el poder de penetración del haz de radiación y está relacionado directamente con el coeficiente de atenuación másico, este coeficiente depende directamente del material que atenúa el haz de radiación (diferentes órganos) y de la energía; a medida que la energía aumenta este se reduce, por lo tanto, hace que disminuya el contraste perjudicando la imagen. La corriente mA aplicada al filamento define la cantidad de fotones emitidos. Por este motivo es de vital importancia que los técnicos radiólogos o tecnólogos tengan conciencia de la relevancia de la selección de los mismos, ya que una mala elección perjudica la calidad de la imagen clínica y por ende el diagnóstico médico.

Debido a la frecuencia de este tipo de estudio y las diversas interpretaciones de las imágenes, se plantea una metodología para determinar la calidad de imágenes clínicas para la proyección postero anterior y lateral de tórax, tomando como base los criterios establecidos por la Unión Europea, según el documento EUR 16260 EN, en este se establece las características que definen la calidad clínica de las proyecciones de interés en esta investigación, haciendo una descripción de los requerimientos técnicos, niveles orientativo de dosis, criterio de imagen, entre otros [UE, 1996].

Aunado a la existencia de poca literatura en este tema, por lo que se plantea la necesidad de hacer estudios que permitan hacer la estimación de la calidad de las imágenes clínicas empleadas en radiodiagnóstico, tomando la iniciativa con las proyecciones más frecuentes, siendo estas las proyecciones postero anterior y lateral. Proponiendo una metodología sencilla que puede implementar cualquier centro radiológico, para la evaluación de la calidad de las imágenes clínicas.

MATERIALES Y MÉTODO

Se realiza un estudio cuantitativo, observacional, descriptivo y retrospectivo de corte transversal. Teniendo como criterio de inclusión todas las

radiografías digitales de las proyecciones Postero-Anterior (PA) y Lateral (L) de tórax, en formato digital (formato DICOM) de pacientes de ambos sexos, de cualquier edad, comprendidas entre septiembre de 2018 a marzo de 2021, con una muestra probabilística por racimos. Se emplea una muestra de 225 estudios de Rayos X de Tórax, con 140 proyecciones postero-anterior y 85 proyecciones Laterales, en un centro de salud ubicado en el municipio Libertador del estado Mérida, República Bolivariana de Venezuela. Este cuenta con un equipo convencional, marca General Electric, modelo MS-18S, con un tubo de rayos X marca Toshiba, modelo E7240FX, construido en julio del año 2008, y un sistema de radiografía computarizada (CR Computed Radiography) de la marca Fujifilm Corporation, modelo CR-IR 357, fabricado en septiembre de 2009.

De las imágenes DICOM se extraen del encabezado la información general (Fecha del estudio y sexo), ya que el sistema de adquisición de las imágenes, es a través de un sistemas CR, el cual no guardan la información de los parámetros técnicos utilizados (kV y mAs). Se utilizan para desplegar la información del encabezado el programa Philips DICOM Viewer y para realizar el análisis de las imágenes, el programa ImageJ, para la identificación visual de los parámetros que establecen los criterios de calidad, según la Unión Europea [UE, 1996], consistiendo en 8 criterios a cumplir para las proyecciones PA y 6 criterios para las proyecciones L.

Para la evaluación cuantitativa de la calidad de la imagen clínica, se propone el cálculo de un valor normalizado, el cual consiste en la asignación de un valor numérico ≤ 1 , que definiremos como el parámetro CI (Calidad de la imagen). Si un criterio N_i es cumplido se le asigna un valor igual a 1, si no se cumple es igual a 0, este paso se repite hasta verificar todos los N criterios establecidos por la Unión Europea, correspondientes a cada proyección mostrados en la Tabla I. Cuando un criterio N_i posee M sub-criterio, por cada sub-criterio cumplido se establece que el valor de N_i como:

$$N_i = \sum_{n=1}^M \frac{1}{M}$$

Por lo que el valor de N_i es la sumatoria de todos los sub-criterios cumplidos. Finalmente, se define el parámetro CI como la suma normalizada de los criterios cumplidos en cada una de las imágenes clínicas estudiadas, se expresa matemáticamente como:

$$C = \left(\frac{\sum_{n=1}^N N_i}{N} \right)$$

Calculado el parámetro CI para cada imagen, es necesario definir una forma de expresar los resultados de fácil interpretación, empleando una escala de Likert para la evaluación de la calidad de cada imagen dividida en 5 pasos, representando cambios en intervalos del 20% respectivamente. Una vez determinado el valor de CI, se puede asignar una calidad que va desde muy deficiente a excelente, como se muestra en la Tabla II. Finalmente, se hace una segmentación de los datos para evaluar las diferencias por sexo de la muestra empleada.

El análisis de la información, no incluye los nombres de los pacientes y los técnicos que realizaron el procedimiento; se mantiene la confidencialidad de los mismos. Las imágenes fueron suministradas por el centro de salud. El estudio NO involucró la participación de seres humanos directamente, pues solamente se trabajó con las radiografías digitales almacenadas que serían desechadas, por lo que no se necesitó consentimiento informado.

RESULTADOS

De las 140 imágenes para la proyección PA empleadas, se muestra los resultados obtenidos en la Tabla III, siendo comparados con los resultados conseguidos por otros dos autores. Los resultados obtenidos para las 85 imágenes de las proyecciones L (ver Tabla IV). Mostrando los porcentajes de los criterios cumplidos para ambas proyecciones, según los parámetros establecidos para la calidad de la imagen clínica en función de las estructuras anatómicas que deben ser visualizadas.

El método propuesto en la presente investigación para la interpretación de los resultados obtenidos en las Tablas III y IV, a través de la evaluación del parámetro CI, mediante el análisis de frecuencia, según la escala de Likert propuesta, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla V, para las 225 imágenes analizadas, realizando la segmentación de los resultados para evaluar las diferencias estadísticas por sexo.

Haciendo un análisis general de los resultados obtenidos, se puede decir que para el total de

Tabla I. Criterios de calidad de imagen clínica de la Unión Europea, para las proyecciones PA y L.

Proyección Postero Anterior (PA)		
N°	Criterio	Sub-Criterio
1	Realizado en inspiración completa	1.1. Se observan campos pulmonares hasta 6to arco costal anterior
		1.2. Se observan campos pulmonares hasta 10mo arco costal posterior
2	Reproducción simétrica del tórax según la posición central de la apófisis espinosa entre los extremos mediales de las clavículas.	
3	Borde medial de las escápulas fuera de los campos pulmonares.	NA
4	Reproducción de toda la caja torácica por encima del diafragma.	
5	Reproducción visualmente nítida del patrón vascular en todo el pulmón, en particular los vasos periféricos.	
6	Reproducción visualmente nítida de:	6.1. La tráquea y los bronquios proximales.
		6.2. Los bordes del corazón y la aorta.
		6.3. Diafragma y los ángulos costofrénicos laterales.
7	Visualización del pulmón retrocardíaco y del mediastino.	NA
8	Visualización de la columna vertebral a través de la sombra del corazón.	
Proyección Lateral (L)		
1	Realizado en inspiración completa y con respiración suspendida.	
2	Los brazos deben elevarse por encima del tórax.	
3	Superposición de los bordes pulmonares posteriores.	NA
4	Reproducción de la tráquea.	
5	Reproducción de los ángulos costofrénicos.	
6	Reproducción visualmente nítida de:	6.1. Borde posterior del corazón.
		6.2. Aorta.
		6.3. Mediastino.
		6.4. Diafragma.
		6.5. Esternón.
		6.6. Columna torácica.

NA: No aplica.

Tabla II. Escala de Likert para los criterios de calidad de la imagen clínica.

Criterio de Calidad	Rango	
	Mínimo	Máximo
Excelente	>0,80	1,00
Bien	>0,60	≤0,80
Regular	>0,40	≤0,60
Deficiente	>0,20	≤0,40
Muy deficiente	>0,00	≤0,20

las imágenes analizadas de la proyección PA, se cumplen de los ocho criterios anatómicos sugeridos por la Unión Europea en promedio $5,07 \pm 1,53$ criterios; con un coeficiente de variación (CV) de 30,23%. Para el caso de la proyección L de $4,91 \pm 1,17$ de seis criterios establecidos; con un CV de 23,83%; nótese que la evaluación de la proyección L posee una mejor calidad de imagen en un 18,46%. Expresando su valor normalizado para CI de $0,62 \pm 0,19$ para la proyección PA y un CI de $0,82 \pm 0,19$ para la proyección L.

Tabla III. Comparación resultados de diferentes autores para proyección PA.

Criterio establecido por la UE	Autores		
	[Chacaltana, 2015]	[Reyes et al., 2015]	N = 140
	N = 90	N = 100	
1. Inspiración completa.	93%	36,0%	57,50%
2. Reproducción simétrica del tórax (Posición central de la espina entre los extremos medial de las clavículas).	36%	37,0%	47,86%
3. El borde medial de las escápulas fuera de los campos pulmonares.	59%	35,0%	96,43%
4. Visualización de toda la caja torácica por encima del diafragma.	98%	69,0%	97,86%
5. Reproducción visualmente nítida del patrón vascular en todo el pulmón (vasos periféricos).	100%	62,0%	73,57%
6.1. Se observa la tráquea y los bronquios proximales.	NA	55,0%	75,71%
6.2. Se observa los límites del corazón y la aorta.	NA	75,0%	93,57%
6.3. Se observa el diafragma y los ángulos costofrénicos laterales.	NA	60,0%	90,00%
7. Visualización del pulmón retrocardíaco y del mediastino	99%	51,0%	22,86%
8. Visualización de la columna a través de la sombra del corazón.	42%	24,0%	23,57%

NA: No aplica.

Tabla IV. Comparación resultados de diferentes autores para proyección L.

Criterio establecido por la UE	N = 85
1. Realizado en inspiración completa y con respiración suspendida.	52,29%
2. Los brazos deben elevarse por encima del tórax.	75,29%
3. Superposición de los bordes pulmonares posteriores.	87,06%
4. Reproducción de la tráquea.	85,88%
5. Reproducción de los ángulos costofrénicos.	61,18%
6.1. Se observa borde posterior del corazón.	72,94%
6.2. Se observa aorta.	71,76%
6.3. Se observa mediastino.	60,00%
6.4. Se observa diafragma.	97,65%
6.5. Se observa esternón.	90,59%
6.6. Se observa columna torácica.	100,00%

Las imágenes segmentadas por sexo, para el género femenino (PA) se obtiene que se cumplen $5,30 \pm 1,53$ de los criterios, con un CV de 28,89%; un CI de $0,66 \pm 0,19$; para el masculino de $4,75 \pm 1,49$ y un CV de 31,29%; con un CI de $0,59 \pm 0,19$. Para la proyección L para las mujeres se obtienen que se cumplen $5,44 \pm 0,76$ de los criterios, con un CV de 13,93%; un CI de $0,91 \pm 0,13$ y masculino $4,46 \pm 1,27$ de los criterios, con un CV de 28,49%; con un CI de $0,74 \pm 0,21$.

Los resultados generales obtenidos en la Tabla V, se muestran en la Figura 1 para la proyec-

ción PA, las imágenes con una calidad *Bien* son las más frecuentes, representando el 40,71%; para las *Excelente* un 20,71%; seguido de las *Regular* con un 22,86%; siendo las menos frecuentes las *Muy deficientes* con un 0,71%; nótese que entre las imágenes *Excelentes* y *Bien* representan el 61,42% de las imágenes analizadas. La Figura 2 para la proyección L, las imágenes más frecuentes son las *Excelentes*, en un 64,71%; seguido de las *Bien* en un 23,53%; el resto de las posibles categorías de las imágenes son solo el 11,76%; es decir, las imágenes *Excelente* y *Bien* significan el 88,24%; representan-

Tabla V. Analisis de frecuencia del parametro CI para ambas proyecciones.

Criterio de Calidad	Proyección PA			Proyección L		
	General	F	M	General	F	M
Excelente	29	18	11	55	35	20
Bien	57	36	21	20	3	17
Regular	32	15	17	8	1	7
Deficiente	21	9	12	2	0	2
Muy deficiente	1	1	0	0	0	0
Total	140	79	61	85	39	46

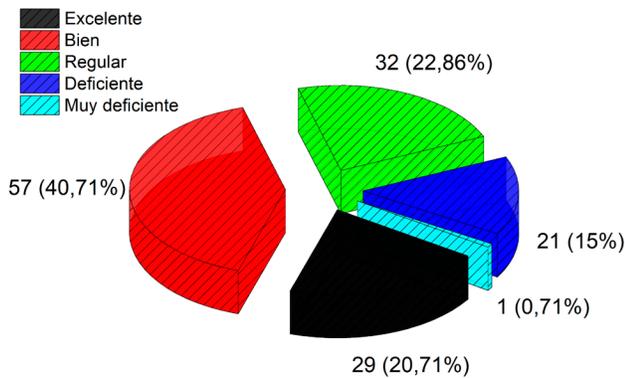


Figura 1. Calidad de las imágenes para la proyección PA de Tórax.

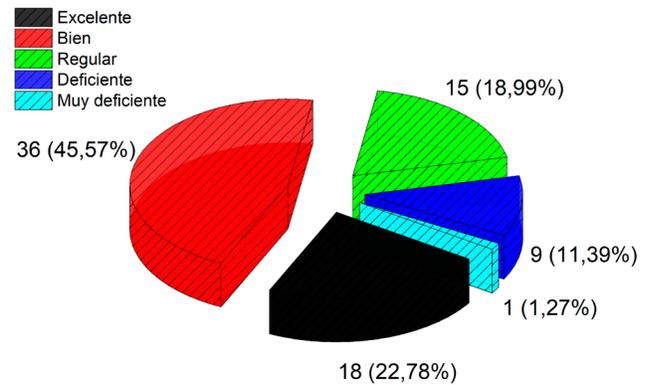


Figura 3. Calidad de las imágenes para la proyección PA de Tórax (Femeninas).

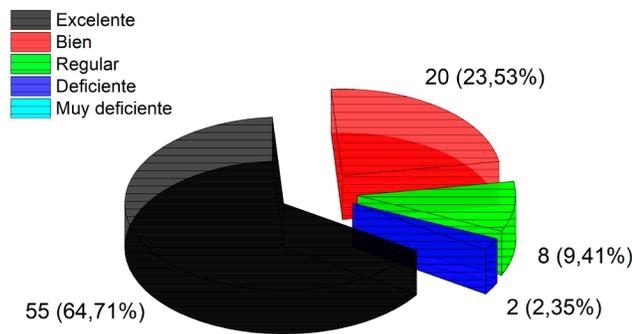


Figura 2. Calidad de las imágenes para la proyección L de Tórax.

do una mejoría significativa respecto a la proyección PA del 26,82%.

Para el caso de las imágenes femeninas, para la proyección PA (ver Figura 3), es predominante las imágenes *Bien* con el 45,57%; seguida de las *Excelente* en un 22,78%; siendo las *Muy deficiente* las menos comunes con solo el 1,27%; al igual que el comportamiento general, las imágenes *Excelente* y

Bien representan el 68,35%. Para la proyección L (ver Figura 4) las imágenes más frecuentes son las *Excelente* representando el 89,74%; seguida de las *Bien* el 7,69%; el resto de las opciones son solo el 2,56%; las imágenes *Excelente* y *Bien* representan el 97,43%.

Finalmente, para imágenes masculinas de la proyección PA (ver Figura 5) es predominante las imágenes *Bien* con el 34,43%; seguida de las *Regular* en un 27,87%; siendo las *Excelentes* las menos comunes con un 18,03%; las imágenes *Excelente* y *Bien* representan el 62,30% siendo el menor resultado obtenido para esta proyección. Para la proyección L (ver Figura 6) las imágenes más frecuentes son la *Excelente* con un 60,87%; seguida de las *Bien* con el 28,26%; sin encontrarse imágenes *Muy deficiente*.

En la Tabla VI mostrada a continuación, se busca hacer un cotejo de la calidad de las imágenes clínicas con rangos semejantes, finalmente clasificadas en tres renglones, siendo estas imágenes *Buenas*, *Regulares* y *Malas*, de esta manera facilitar la comparación entre autores.

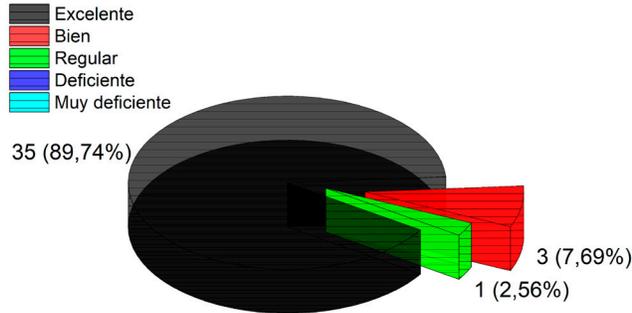


Figura 4. Calidad de la imágenes para la proyección L de Tórax (Femeninas).

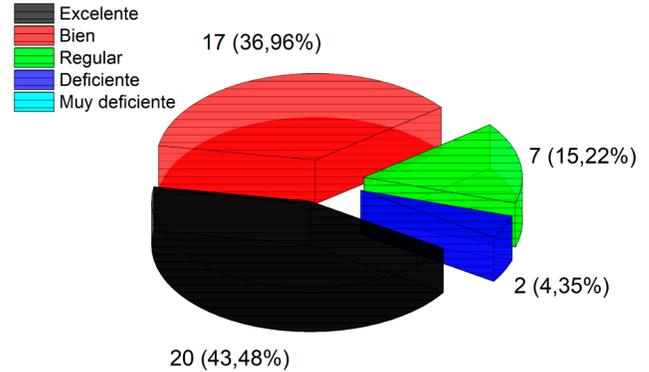


Figura 6. Calidad de la imágenes para la proyección L de Tórax (Masculinas).

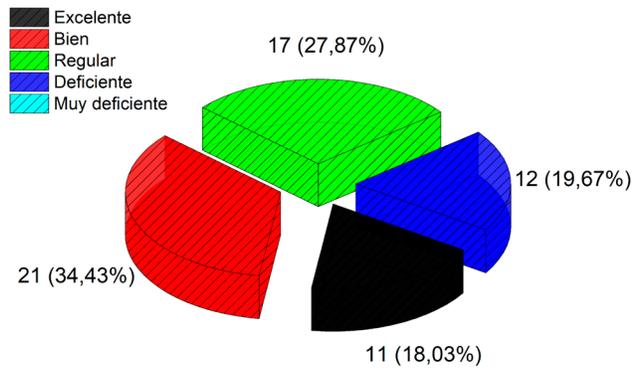


Figura 5. Calidad de la imágenes para la proyección PA de Tórax (Masculinas).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para la proyección PA (Tabla III), Para la comprobación de la completa inspiración se cumple en el 57,50% de las imágenes evaluadas, siendo un valor intermedio a los obtenidos por el primer trabajo de comparación [Chacaltana, 2015] y resultados menores del segundo estudio [Reyes *et al.*, 2015], siendo el mismo caso para la reproducción visualmente nítida del patrón vascular en todo el pulmón (vasos periféricos) con el 73,57%. La visualización de toda la caja torácica por encima del

diafragma se cumple para el 97,86%, siendo valores semejantes al primer estudio y superior al segundo. Para el caso del sexto criterio, el primer estudio no lo evalúa, pero los resultados obtenidos en la presente investigación se observa la tráquea y los bronquios proximales en un 75,71%, los límites del corazón y la aorta en 93,57%.

Finalmente, para la visualización del pulmón retrocardíaco y del mediastino solo en el 22,86% y la columna a través de la sombra del corazón, se cumple solo para el 23,57% de las imágenes evaluadas, siendo los parámetros con resultados menores obtenidos, respecto a los otros autores, esto es un indicativo que las imágenes fueron subexpuestas. Se obtiene mejores resultados para la reproducción simétrica del tórax del 47,86% y para el borde medial de las escápulas fuera de los campos pulmonares del 96,43%, indicando un mejor posicionado de los pacientes en comparación a los otros autores. Para la visualización del diafragma y los ángulos costofrénicos laterales se obtiene que para este criterio es superior al 18% respecto al segundo autor, obteniendo mejores resultados.

Para el caso de la proyección L (Tabla IV), Se obtienen criterios que se cumplen en un porcen-

Tabla VI. Escala de Likert para los criterios de calidad de la imagen clinica.

Calidad imagen Clinica	[Chacaltana, 2015]	[Reyes <i>et al.</i> , 2015]	Rango CI	PA	L
	N = 90	N = 100		N = 140	N = 85
Buenas	0,88-1,00 35%	0,8-1,0 15,0%	(0,8-1,0]	20,71%	64,71%
Regulares	0,63-0,75 52%	0,5-0,7 50,0%	(0,6-0,8]	40,71%	23,53%
Malas	≤0,5 13%	≤0,4 35,0,0%	≤0,6	38,57%	11,76%

taje superior al 85%, siendo estos la superposición de los bordes pulmonares posteriores, reproducción de la tráquea, observación del diafragma, esternón y columna torácica. En el caso de la inspiración completa y la respiración suspendida se cumple solo en un 52,29%, siendo el criterio menos cumplido, seguido de la observación del mediastino en un 60,00%. Se puede observar claramente la obtención de mejores resultados que los obtenidos en la proyección PA, los criterios de la calidad de la imagen clínica, en promedio se cumplen en al menos el 82%, en comparación al 63% de la proyección PA. Se puede apreciar que al observar la diferencia en la zona media, es dependiente de una correcta inspiración. Para esta proyección no se encontraron otros estudios para realizar comparaciones.

La reducción del contraste de diversas regiones anatómicas es la consecuencia de una inadecuada inspiración, dificultando la observación del mediastino, así como las diferencias entre la zona cardiaca y la zona ósea de la columna vertebral, aumentando la radiopacidad en zonas comúnmente radiolúcidas, como la zona retrocardiaca. En las imágenes donde se cumple el criterio de correcta inspiración y visualización del mediastino se observa que poseen una buena calidad de imagen según los criterios establecidos por la Unión Europea, por lo que estos parámetros podrían estar correlacionados.

Se obtiene una mejor calidad de imagen establecida por el parámetro CI en las imágenes para las mujeres para ambas proyecciones, siendo superior a la de los hombres en un 6,88% para la proyección PA y de un 5,88% para la proyección L, con una mejor calidad de imagen al menos en un 2%, obteniendo una posible tendencia a ser de mejor calidad las imágenes obtenidas para las mujeres, con una menor dispersión de los datos, ya que presentan los menores CV en comparación a los hombres, siendo consistente con la calidad de la imagen reportada por [Suwal *et al.*, 2022], se dispone pocos datos sobre la asociación del sexo con la calidad de imagen para proyecciones de tórax en la literatura.

Para el caso de la segmentación por sexo, según datos expresados en la Tabla V, el femenino representan las mejores imágenes analizadas en la presente investigación. Al comparar los resultados obtenidos en la Figura 1 y 3, se puede observar un porcentaje superior de 2,07% para las imágenes *Excelente* y de 4,86% para imágenes *Bien*, reduciendo la cantidad de imágenes *Regula* en un 3,87% res-

pecto a la calidad general de la proyección PA. Esto es semejante al caso de la proyección L (ver Figura 2 y 4), donde las imágenes *Excelente* aumentan en un 25,03%, las *Bien* se reducen en un 15,84%. La proyección L para las mujeres (ver Figura 3 y 4) posee un 66,96% más imágenes *Excelente*, las imágenes *Bien* disminuyen en un 37,88%; en comparación con la proyección PA.

Para el caso de las imágenes del sexo masculino, al comparar los resultados mostrados en la Figura 1 y 5 el número de imágenes *Excelente* se obtiene una reducción del 2,68%; las *Bien* en 6,28%; incrementándose las imágenes *Regular* en un 5,01% y las *Deficiente* en un 4,67% en la proyección PA. Para el caso de la proyección L (ver Figura 2 y 6) las imágenes *Excelente* se reducen en un 21,23%; las imágenes *Bien* aumentan en un 13,43%.

Finalmente, si comparamos las imágenes *Excelente* entre géneros (ver Figura 3 y 5) para la proyección PA, obtenemos que las imágenes *Excelente* femenino es superior en un 4,75% en comparación al masculino, aumentando el porcentaje de imágenes *Bien* en un 11,14%. Para el género masculino aumenta el número de imágenes *Regular* en un 8,88% y la *Deficiente* en un 8,28%. Es notable la diferencia estadística entre la calidad de las imágenes clínicas por género, siendo significativamente mejores las imágenes femeninas. Para la proyección L (ver Figura 4 y 6) se obtiene que las imágenes *Excelente* se reducen en un 46,26% para el género masculino, aumentando el porcentaje de imágenes *Bien* en un 29,27% y *Regular* en 12,66% respectivamente.

En la Tabla VI, se observa para la proyección PA que los resultados obtenidos son mayores a los reportados por [Reyes *et al.*, 2015] en un 5,71% y menores que [Chacaltana, 2015] en un 14,29%, en contraste los mejores resultados son los obtenidos para la proyección L, con un 64,71% para las imágenes *Buenas*. Las imágenes *Regulares*, los rangos para la proyección PA son semejantes, siendo las menores obtenidas para la proyección L del 23,53% respectivamente. Para las imágenes *Malas* el menor porcentaje se obtiene para la proyección L con un 11,76% y para la proyección PA la mayor cantidad reportada por los autores, es la de la presente investigación con un 38,57%, lo que implica que se debe establecer planes de optimización en el servicio, considerando los factores que pueden alterar la imagen clínica, como lo son: la condición de salud

del paciente y la escogencia correcta de los parámetros de adquisición de las imágenes (selección del mA y Kv) por parte del técnico radiólogo o tecnólogo.

Esta diferencia de calidad, puede estar relacionada con la inadecuada inspiración completa y con respiración suspendida, para el caso de las proyecciones PA, se obtiene en las mujeres una inspiración adecuada en un 62,03% de las imágenes, en comparación con los hombres con un 51,64%. Este panorama es semejante para la proyección L, obteniendo que para las mujeres se obtiene una adecuada inspiración en un 79,49% y para los hombres de un 63,04%. Hay que destacar que el pulmón es el órgano que ocupa el mayor volumen de la cavidad torácica, la calidad de la imagen puede ser alterada por una inadecuada inspiración, ya que la densidad del tejido pulmonar presenta una variación en su densidad considerable, la densidad del pulmón expandido es de $0,26 \text{ g/Cm}^3$ y contraído de $1,05 \text{ g/Cm}^3$, afectado el coeficiente de atenuación másico, por ende la atenuación del haz de radiación, siendo del orden del 15% mayor la atenuación cuando el pulmón se encuentra contraído.

La inspiración también puede verse comprometida con la presencia de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, que puede limitar la capacidad de mantener una adecuada expansión pulmonar al momento de realizar el estudio. En la radiografía dinámica de tórax (RDC) se ha observado que el movimiento del diafragma para individuos sanos varían para el pulmón derecho en una inspiración profunda de $49 \pm 17 \text{ mm}$ e izquierdo de $52 \pm 16 \text{ mm}$, mientras que para la respiración corriente de $11 \pm 4 \text{ mm}$ en el lado derecho y de $15 \pm 5 \text{ mm}$ en el izquierdo [Fyles *et al.*, 2023]. Afectando directamente el contraste, por lo tanto, la calidad clínica de la imagen.

Uno de los aspectos a destacar es que no hay un acuerdo para fijar la escala que determina la calidad de las imágenes clínicas, por lo que en la presente investigación se propone una metodología sencilla, de fácil interpretación, que puede servir para la evaluación periódica de los servicios de radiología, dando indicios de la calidad del trabajo en el centro de salud, permitiendo la comparación entre centros y autores. No hay un criterio estándar, para la evaluación de la calidad de las imágenes, se evalúan diversos rangos según los autores, con la finalidad de hacer una comparación, de tal manera, se obtienen los valores de la Tabla VI.

A pesar de que las imágenes son del mismo centro de salud, la escogencia de los parámetros técnicos para la exposición de las imágenes representan un factor fundamental en la calidad de la imagen clínica, por lo tanto, en el diagnóstico médico y el cumplimiento de los fundamentos de la protección radiológica, como lo es la justificación de la práctica. Las variaciones en la exposición relacionadas con el equipo radiográfico, los factores de exposición inadecuados y el hábito corporal del paciente, pueden provocar una sobreexposición o subexposición y dar lugar a una evaluación subóptima de los hallazgos clave [Dasegowda *et al.*, 2023].

CONCLUSIÓN

Se propone una metodología estandarizada, sencilla, de fácil interpretación, que permita la evaluación regular de la calidad de las imágenes, dando indicios de la propiedad del trabajo en el centro de salud y poder realizar comparaciones entre diversos servicios de radiología, proyecciones y autores, a partir de los criterios anatómicos establecidos por la Unión Europea, definiendo el parámetro de calidad de la imagen (CI) planteado, representadas en una escala de Likert para el análisis de frecuencia, demostrando que puede ser una herramienta de utilidad para la evaluación reiterada de los centros de radiología.

Las imágenes analizadas de la proyección PA, se cumplen de los ocho criterios anatómicos sugeridos por la Unión Europea en promedio $5,07 \pm 1,53$ criterios; con un coeficiente de variación (CV) de 30,23%. Para el caso de la proyección L de $4,91 \pm 1,17$ de seis criterios establecidos; con un CV de 23,83%, nótese que la evaluación de la proyección L posee una mejor calidad de imagen en un 18,46%. Expresando su valor normalizado para CI de $0,62 \pm 0,19$ para la proyección PA y un CI de $0,82 \pm 0,19$ para la proyección L.

Para las imágenes segmentadas por sexo, para el género femenino (PA) se obtiene que se cumplen $5,30 \pm 1,53$ de los criterios, con un CV de 28,89%, normalizado de $0,66 \pm 0,19$; para el masculino de $4,75 \pm 1,49$ y un CV de 31,29%, normalizado de $0,59 \pm 0,19$. Obteniéndose una mejor calidad en las imágenes para las mujeres, siendo superior a la de los hombres en un 6,88%. Para la proyección L para las mujeres se obtienen que se cumplen

5,44 ± 0,76 de los criterios, con un CV de 13,93%, normalizado de 0,91 ± 0,13 y masculino 4,46 ± 1,27 de los criterios, con un CV de 28,49%, normalizado de 0,74 ± 0,21, nuevamente las imágenes femeninas son mejores que las masculinas en un 5,88% y la proyección L con una mejor calidad de imagen en al menos en un 2%, obteniendo una posible tendencia a ser de mejor calidad las imágenes obtenidas para las mujeres, con una menor dispersión de los datos, ya que presentan los menores CV en comparación a los hombres. Esta diferencia de calidad, puede estar relacionada con la inadecuada inspiración completa y con respiración suspendida, para el caso de las proyecciones PA, se obtiene en las mujeres una inspiración adecuada en un 62,03% de las imágenes, en comparación con los hombres con un 51,64%. Este panorama es semejante para la proyección L, obteniendo que para las mujeres se obtiene una adecuada inspiración en un 79,49% y para los hombres de un 63,04%.

La metodología planteada en la presente investigación puede ser implementada como un procedimiento de rutina en los centros de radiología, como parte del proceso de optimización del servicio, ya que permitiría el seguimiento de la calidad de las imágenes clínicas en el tiempo. Tomando como calidad mínima permitida las imágenes *Regular*, siendo deseable que todas las imágenes sean *Excelente* o *Bien*, es decir, cumplan con al menos el 60% de los criterios anatómicos de calidad recomendada por la Unión Europea.

Se debe evitar la aparición de imágenes *Deficiente* y *Muy deficiente*, en caso de encontrar alguna de estas, hay que identificar las posibles causas de las mismas. Estas pueden ser, la condición clínica del paciente que comprometa la adecuada inspiración completa y con respiración suspendida al momento de realizar el estudio, comprometiendo la calidad de la imagen desde un principio; otro factor es la escogencia correcta de los parámetros de adquisición de las imágenes (selección del mA y Kv) por parte del técnico radiólogo o tecnólogo, ya que estos definen la cantidad de fotones y poder de penetración del haz de radiación. Los servicios deben definir protocolos para la adquisición de las imágenes que permitan reducir significativamente la aparición de imágenes *Deficiente* y *Muy deficiente*.

En el caso de identificar imágenes *Deficiente* y *Muy deficiente*, cumplido los procedimientos estándar del servicio para la adquisición de las imágenes,

se recomienda repetir el estudio, ya que la imágenes no estarían cumpliendo su finalidad diagnóstica e incumpliendo el principio de justificación de la práctica. Este estudio puede ser de utilidad para el registro de la tasa de rechazo de las imágenes.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

- a) Protección de personas y animales. Los autores declaran que en este manuscrito no se han realizado experimentos en seres humanos ni animales.
- b) Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

ABSTRACT: Radiological studies are essential in the diagnosis and treatment of various pathologies. Their quality depends on multiple variables, among which the acquisition and interpretation parameters, among others, stand out. A standardized methodology is proposed, simple, of easy interpretation, allowing the regular evaluation of the quality of the images, giving indications of the property of the work in the health center and being able to make comparisons between centers and authors, from the anatomical criteria established by the European Union, defining the parameter of image quality (IQ), represented on a Likert scale for frequency analysis, demonstrating that it can be a useful tool for the repeated evaluation of radiology centers. Evaluating 140 postero anterior and 85 lateral projections of the thorax, with a sample of 225 studies, performed in a health center, located in the city of Merida, Bolivarian Republic of Venezuela, taking these projections, since they represent 32% of the conventional radiology studies. Allowing the comparison between projections and authors, obtaining for the postero anterior projection an IQ of 5.07 ± 1.53 criteria of the eight established, normalized an IQ of 0.62 ± 0.19; the excellent images only represent 22.78%. Compared with an IQ of 4.91 ± 1.17 criteria of the six established, normalized IQ of 0.82 ± 0.19, and excellent images in 64.71% for the lateral projection. It is observed the notorious differences between the quality of clinical images in men and women for both projections.

KEYWORDS: Clinical Imaging; Diagnostic Imaging; Image Quality; European Union.

REFERENCIAS

- Akhter, Y.; Singh, R.C.; Vatsa M. AI-based radiodiagnosis using chest X-rays: A review. *Front. Big Data*, 6:1120989:01-27, 2023. Doi: 10.3389/fdata.2023.1120989.

- Aluja-Jaramillo, F.; Cañón-Muñoz, M.; Mantilla-Espinosa, R.; Martínez-Ordúz, H.; Lozano-Barriga, J. Concordancia interobservador de hallazgos cardiopulmonares en la radiografía de tórax entre radiólogos y médicos generales de un servicio de urgencias. *Rev CES Med* 30(2):169-180, 2016.
- Briceño A. Determinación de la calidad de imágenes clínicas digitales para proyecciones postero-anterior de tórax. Tesis pregrado. Universidad de Los Andes. Mérida, 2022.
- Chacaltana, P. Calidad de las radiografías digitales de tórax postero - anterior en el Hospital Nacional Dos de Mayo. Octubre - Diciembre 2014. Tesis pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, 2015.
- COVENIN. Protección Contra las radiaciones Ionizantes Provenientes de Fuentes Externas Usadas en Medicina. Parte 1. Radiodiagnóstico Médico y Odontológico. Comisión Venezolana de Normas Industriales 218-1, 2000.
- Dasegowda, G.; Bizzo, B.; Gupta, R.; Kaviani, P.; Ebrahimian, S.; Ricciardelli, D.; Abedi-Tari, F.; Neumark, N.; Digumarthy, S.; Kalra, M.; Dreyer, K. Radiologist-Trained AI Model for Identifying Suboptimal Chest-Radiographs. *Acad Radiol*: 1-10, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2023.03.006>.
- Fyles, F.; FitzMaurice, T.; Robinson, R.; Bedi, R.; Burhan, H.; Walshaw M. Dynamic chest radiography: a state-of-the-art review. *Insights into Imaging* 14(107): 2023. <https://doi.org/10.1186/s13244-023-01451-4>.
- Murphy, K. The Global Innovation Index 2019: Creating Healthy Lives - The Future of Medical Innovation. 12Th Edition. Soumitra Dutta, Bruno Lanvin, and Sacha Wunsch-Vincent Editors:129-132, 2019.
- Reyes, J.; Landaeta, L.; Gásperi, R. Calidad de imagen de las radiografías de tórax. Emergencia Hospital Central "Antonio M. Pineda". Barquisimeto. Venezuela. *Revista Venezolana de Salud Pública* 3: 29-34, 2015.
- Suwal S.; Kiorala S.; Chataut D. Evaluation of the Diagnostic Quality of Chest Radiographs. *NJR*, 12(1): 2022. <https://doi.org/10.3126/njr.v12i1.42266>.
- UE. European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images. EUR 16260 EN, 1996.
- United Nations. Source and Effects of Ionizing Radiation. *UNSCEAR.*, 1, 2008.
- United Nations. Source, Effects and Risks of Ionizing Radiation. *UNSCEAR.*, 1, 2022.

Autor de Correspondencia

Carlos Leal
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Centro de Agricultura Tropical, Laboratorio de Óptica Aplicada; cleal78@gmail.com

Recibido: 24 de Agosto, 2023
Aceptado: 10 de Septiembre, 2023