

Serie de
información
técnica



Maximizar la eficiencia de la dosis para imágenes de pacientes pediátricos

Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes pediátricas con las soluciones de Carestream

Carestream

Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream: Maximizar la eficiencia de la dosis para imágenes médicas pediátricas

Introducción

Las mejores prácticas de imágenes médicas radiográficas siguen el principio de usar una dosis “tan baja como sea razonablemente posible” o ALARA,¹ que equilibra las necesidades del paciente (dosis más baja) con la necesidad de producir una imagen con calidad adecuada para una interpretación confiable del examen. Aunque el nivel de dosis es un aspecto importante para gestionar la eficiencia de la dosis para la población pediátrica, existen otras consideraciones importantes que también hay que tener en mente. Las imágenes radiográficas de pacientes pediátricos presentan varios desafíos únicos en comparación con las imágenes de adultos. El aumento de la sensibilidad a la radiación de los órganos y huesos en crecimiento, la expectativa de vida más prolongada de los niños y la amplia gama de constituciones físicas que abarca este grupo demográfico de pacientes significa que no es apropiado utilizar las mismas técnicas de adquisición y parámetros de procesamiento de imágenes que se utilizan para las imágenes médicas de adultos. La iniciativa “Back to Basics” de la campaña Image Gently fomenta el uso de prácticas de imágenes médicas específicas para pediatría y es completamente coherente con los principios rectores en el enfoque de Carestream para estos temas importantes.^{2, 3, 4}

Para brindar imágenes médicas de la más alta calidad con el uso más eficiente de la exposición a la radiación, es importante abordar cada paso en la cadena de formación de imágenes como parte de un sistema completo. El proceso de formación de imágenes se puede dividir naturalmente en tres etapas distintas: adquisición de imágenes, procesamiento de imágenes para visualización y revisión y evaluación de imágenes. Estos pasos se

representan en la Figura 1. En esta figura también se indica el proceso de evaluación de la calidad de la imagen y su papel esencial en la conducción de retroalimentación positiva en los pasos de adquisición y procesamiento de imágenes.

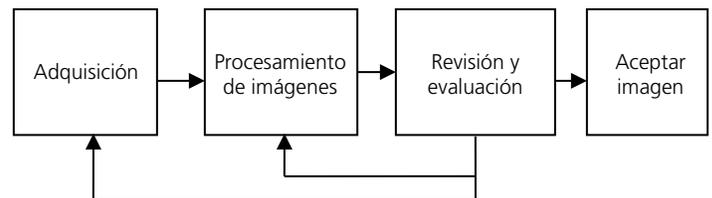


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de la formación de imágenes. La revisión y evaluación de imágenes permiten la retroalimentación en los pasos de adquisición y procesamiento de imágenes, lo que puede impulsar la mejora continua.

Adquisición de imágenes

La captura de la radiografía con el receptor de imágenes es la primera etapa de la formación de la imagen. La presentación de los detectores DRX inalámbricos de Carestream ha sido un gran paso hacia adelante en la provisión de un detector de rayos X de alta calidad que se adapte perfectamente al flujo de trabajo de la UCIN y la UCI pediátrica. Además, el uso de una capa de centellador de cesio ayuda a garantizar la mejor calidad de imagen posible. El diseño prácticamente elimina los problemas que se pueden encontrar con el posicionamiento del paciente en un entorno clínico con mucho trabajo cuando se utiliza un sistema conectado. La batería reemplazable también garantiza que el detector esté listo para usarse en cualquier momento. El panel CARESTREAM DRX Plus

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

2530C es un panel de formato pequeño, de alta resolución (separación de píxeles de 98 μm), alta eficiencia cuántica de detección (DQE) que cabe fácilmente en la bandeja radiológica de una incubadora neonatal y es ideal para exámenes de mesa de extremidades.

Además de utilizar un detector de alta eficiencia, también es fundamental utilizar las técnicas de adquisición adecuadas (p. ej., kVp, mAs y filtración) en la amplia gama de constituciones físicas pediátricas. Este rango de tamaños corporales, desde el paciente neonatal más pequeño hasta el adolescente más grande, requiere que las técnicas de adquisición se adapten al tamaño y la edad de cada paciente. Para ayudar con este desafío, Carestream ofrece la posibilidad de seleccionar el tamaño corporal del paciente pediátrico (opcionalmente según el peso o la edad) entre un rango de siete categorías, que es una expansión de las categorías de tamaño recomendadas por la FDA.^{5, 6} La *opción de mejora y optimización de captura pediátrica* permite que el sistema elija parámetros de adquisición predeterminados y configuraciones de procesamiento de imágenes apropiadas para diferentes tamaños de pacientes y tipos de detectores. Esta capacidad proporciona una adquisición y visualización de imágenes más coherentes para pacientes dentro de un rango de edad y tamaño corporal determinado.

Uno de los avances recientes más importantes de Carestream es la *Cancelación de ruido inteligente (SNC)*, que tiene una relación directa con la selección de técnicas de adquisición. Esta nueva técnica de eliminación de ruido basada en inteligencia artificial facilita la reducción de la dosis en todos los ámbitos para todos los tamaños de pacientes y exámenes de radiografía en general, al tiempo

que conserva los detalles espaciales con precisión.⁷ Los exámenes cuidadosamente diseñados por los lectores han demostrado que con un panel de yoduro de cesio, las adquisiciones a una velocidad ISO de 800 con SNC aplicada se calificaron como superiores en calidad de imagen en comparación con las adquisiciones a una velocidad ISO de 400 sin el uso de SNC.⁷ Asimismo, en el caso de los paneles de oxisulfuro de gadolinio (GOS), las adquisiciones a una velocidad ISO de 500 se consideraron superiores en comparación con los exámenes correspondientes a una velocidad ISO de 320 sin SNC. En general, el 99 % de los pares de imágenes de dosis baja con SNC se calificaron como buenos o mejores que las imágenes de dosis nominal sin SNC.⁷ (Nota: la velocidad ISO tiene una relación inversa con el índice de exposición de la IEC. A medida que la exposición se reduce a la mitad, el EI de la IEC se reduce a la mitad, mientras que la velocidad ISO se duplica). Y cuando la SNC se combina con otros métodos de gestión de dosis, como la filtración,⁸ se puede lograr incluso una reducción de dosis aún mayor. La Figura 2 demuestra el beneficio de la SNC en un cadáver neonatal donado (se obtuvo una exención del comité de revisión institucional), que se insufló manualmente antes de cada adquisición. Las imágenes fueron capturadas en un panel DRX-1C (centellador de CsI) con filtración de Cu de 0,1 mm a 50 kVp. La dosis eficaz se estimó mediante el software de estimación de dosis basado en Monte Carlo PCXMC v2.0.⁹ La dosis eficaz para las imágenes superior izquierda e inferior izquierda fue de 4 μSv y 8 μSv , respectivamente. La comparación de la dosis eficaz de 4 μSv con SNC (arriba a la derecha) frente a la imagen de 8 μSv demuestra cómo la SNC elimina el ruido y conserva los detalles con precisión (para las copias digitales se sugiere ampliar la vista al 300 %).

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

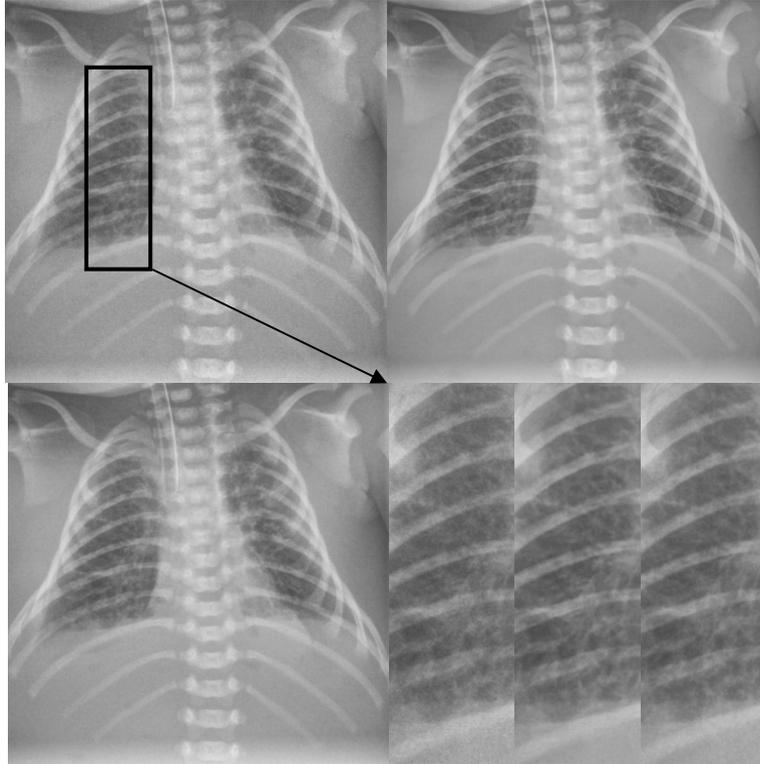


Figura 2. Una imagen torácica del cadáver neonatal (2313 g) adquirida en el panel DRX1-C, insuflado manualmente durante cada adquisición. Adquirida a 50 kVp, 162 cm (64 in) de SID, filtración de Cu 0,1 mm. Dosis eficaz estimada mediante el software de estimación de dosis basado en Monte Carlo PCXMC v2.0. Superior izquierda: dosis eficaz de 4 uSv, 4 mAs, procesamiento predeterminado. Superior derecha: imagen de dosis eficaz de 4 uSv con SNC aplicada. Inferior izquierda: dosis eficaz de 8 uSv, 8 mAs, procesamiento predeterminado. Inferior derecha: ampliación de los tres tratamientos (4 uSv predeterminado, 4 uSv con SNC y 8 uSv predeterminado).

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

La Figura 3 a continuación compara la misma imagen de cadera pediátrica (adquirida a 65 kVp, 1,3 mAs, 99,2 cm de SID, con rejilla, producto del área de la dosis de 0,28, sin filtración, índice de exposición IEC de 83, velocidad ISO 800) sin (izquierda) y con (derecha) SNC. Observe la

conservación de los detalles precisos con la eliminación del ruido cuántico. La SNC beneficia considerablemente la calidad de la imagen en todos los exámenes para la familia de detectores DRX1 y DRX Plus.



Figura 3. Una vista pediátrica de cadera en posición de rana en el panel DRX Plus C (Csi), 65 kVp, 1,3 mAs, 99,2 cm de SID, con rejilla, DAP de 0,28, sin filtración, EI de la IEC de 83, velocidad ISO 800. Izquierda: sin SNC. Derecha: con SNC.

Cuando se habilita la SNC, es posible una reducción considerable de la dosis y este impacto debe tenerse en cuenta al seleccionar los factores de la técnica. La SNC, junto con las mejores prácticas promovidas en la campaña Image Gently, puede proporcionar la máxima calidad de imagen con una dosis considerablemente menor.

Carestream también se dedica a la investigación para desarrollar mejores técnicas de adquisición para pacientes pediátricos. Este trabajo se basa en la constatación de que el uso de un receptor digital abre la posibilidad de enfocarse en una relación señal a ruido específica en la imagen, en lugar de mantener una densidad óptica específica dentro de la imagen final. La separación inherente de la adquisición y la visualización de una imagen en el entorno digital brinda

nuevas oportunidades para desarrollar una adaptación específica para la tarea con respecto a la cantidad y el tipo de radiación utilizada para crear imágenes digitales.

Para ilustrar la oportunidad de optimizar la técnica, la Figura 4 muestra una métrica de calidad de imagen normalizada (índice de detectabilidad por unidad de dosis absorbida efectiva) para un nódulo pulmonar de 5 a 10 mm, en función del peso del paciente. Los resultados indican que para pacientes más pequeños, un kVp más bajo puede proporcionar una calidad de imagen mejorada para una dosis de paciente dada, mientras que los kVp más altos son más beneficiosos para pacientes más grandes. Schäfer ha demostrado clínicamente el beneficio de disminuir el kVp para reducir la dosis en exámenes neonatales.¹⁰

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

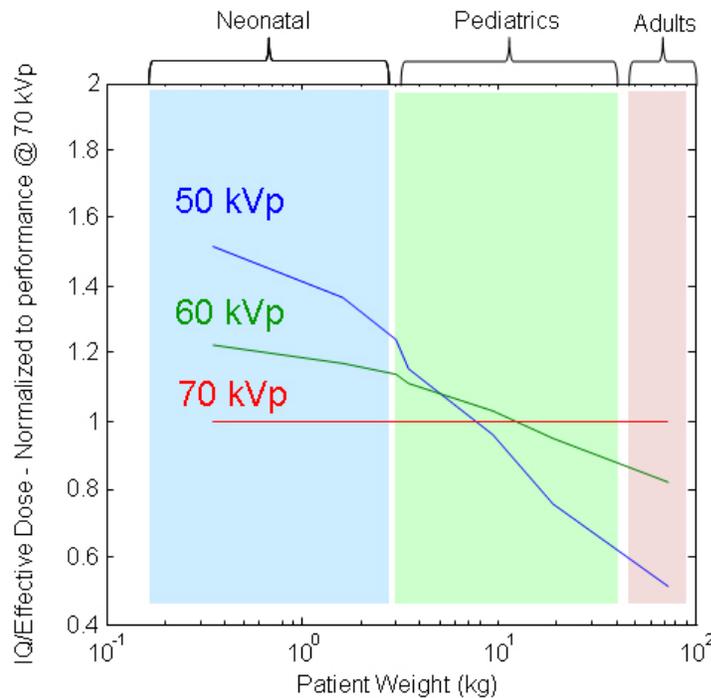


Figura 4. Este gráfico muestra la calidad de imagen normalizada (índice de detectabilidad de nódulos) por unidad de dosis eficaz absorbida para diferentes kVp en función del peso del paciente para un nódulo pulmonar de 5-10 mm. Los datos se normalizan al resultado de calidad de imagen para el caso de 70 kVp.

En ciertos procedimientos, como los exámenes de escoliosis, es posible reducir los niveles de exposición utilizados para las imágenes de seguimiento. La reducción de la exposición funciona si la tarea de obtención de imágenes se puede lograr satisfactoriamente con una imagen que es más ruidosa que el examen principal de alta calidad, pero aún proporciona suficiente delineación de los procesos de médula espinal para permitir una evaluación clínica precisa.

Carestream ahora ofrece el detector *DRX-L*, 43 cm x 130 cm (17" x 51"), que está diseñado específicamente para imágenes médicas de huesos largos y columna vertebral utilizando exposiciones de una sola toma que permiten una rápida adquisición y vista previa de imágenes, un flujo de trabajo simplificado y dosis reducida en comparación con las imágenes panorámicas de varias tomas. Aunque es difícil comparar directamente el LLI de varias tomas con el de una sola toma en relación con la exposición a la radiación, en igualdad de condiciones (rejilla, SID, kVp y rendimiento de imágenes médicas del detector), el método LLI de varias tomas genera aproximadamente un 10 % más de dosis en general y 100 %

más de dosis en las regiones anatómicas superpuestas. Teniendo en cuenta el tiempo de espera prolongado asociado con LLI de varias tomas, donde el movimiento del paciente con frecuencia hace que se tenga que repetir el examen, la reducción de la dosis luego de repeticiones reducidas también es una consideración importante.

La dispersión de rayos X puede degradar considerablemente la calidad de la imagen si no se gestiona como parte del proceso de adquisición. El uso de una rejilla antidifusora reduce la cantidad de dispersión que llega a la placa de imágenes médicas y mejora la calidad de la imagen. Pero un gran inconveniente del uso de una rejilla es el aumento de la dosis que se requiere para el paciente. Se recomienda encarecidamente medir el grosor del paciente como parte de la selección de la técnica óptima. Las rejillas son apropiadas para partes del cuerpo con más de 12 cm de grosor, pero en pediatría, se pueden hacer excepciones para exámenes que contienen una cantidad importante de aire, como los exámenes torácicos.¹¹ Sin embargo, los avances recientes en el procesamiento de imágenes han reemplazado la

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

necesidad de usar una rejilla física con supresión de dispersión basada en un software. El procesamiento con *SmartGrid* de Carestream ahora permite obtener imágenes de pacientes pediátricos sin una rejilla, lo que reduce la exposición a la radiación de estos pacientes. La Figura 5

demuestra el procesamiento con *SNC* y *SmartGrid* en el abdomen de un niño (DRX Plus 3543 C, 65 kVp, 1,2 mAs, sin rejilla, EI de la IEC de 187, velocidad ISO 400, producto del área de la dosis de 0,47).



Figura 5. Imagen abdominal de un niño adquirida en el DRX Plus 3543C a 65 kVp, 1,2 mAs, sin rejilla, EI de la IEC de 187, velocidad ISO 400, DAP de 0,47. Izquierda: procesamiento predeterminado. Derecha: Procesamiento con *SNC* y *SmartGrid*.

A fin de impulsar la mejora continua y la coherencia, la característica de *revisión de imágenes anteriores* de Carestream permite a los técnicos revisar las adquisiciones anteriores del paciente en la pantalla de la consola. Las imágenes anteriores se obtienen de PACS (incluso de equipos de otros proveedores) a medida que el técnico radiólogo configura el examen actual. También se pueden revisar los factores de posicionamiento y técnica anteriores,

lo que permite al técnico aprender y replicar los puntos más finos de los adecuados exámenes previos. Con solo presionar un botón, las mismas técnicas se pueden copiar de un examen anterior al examen actual, lo que genera coherencia entre los técnicos.

Una vez adquirida una imagen, la visualización rápida de la imagen de vista previa permite al técnico radiólogo decidir rápidamente si la anatomía del paciente se capturó

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

correctamente o si es necesario volver a tomar la imagen. Esto mejora la velocidad y la eficiencia involucradas a la hora de completar los exámenes, lo cual es particularmente importante en pacientes jóvenes. Para ayudar, Carestream proporciona el *Índice de exposición* (EI) de la IEC para una evaluación rápida de la cantidad de radiación que se utiliza para crear la imagen.^{12, 13} El *Índice de desviación* (DI) asociado permite una evaluación inmediata de la técnica de adquisición

Procesamiento de imágenes EVP Plus y visualización

Una vez adquirida la imagen de alta calidad con la exposición más baja posible del paciente, es esencial realizar un procesamiento de imágenes adecuado que presente al radiólogo la información de diagnóstico de manera clara y más eficiente. El software *EVP Plus de Carestream*, con tecnología del motor de procesamiento de imágenes *Eclipse*,¹⁴ se puede adaptar para ajustar los parámetros de procesamiento de imágenes a las preferencias de cada centro médico. Cuando se combinan con la *opción de mejora y optimización de captura pediátrica*, estos parámetros de procesamiento de imágenes se pueden adaptar para mostrar las características de la información clínica de un modo más informativo, en contraste con las

en comparación con el objetivo de exposición institucional para el examen específico. Esta retroalimentación instantánea, junto con los otros avances en la selección de técnicas descritos anteriormente, ayuda al técnico radiólogo a brindar una calidad de imagen más coherente desde el detector hasta el siguiente paso en la cadena de imágenes médicas: el procesamiento de imágenes.

configuraciones del procesamiento de imágenes que se usan en adultos. La descomposición de la banda de frecuencias múltiples, con reducción de ruido tradicional o *SNC* si está habilitada, y las capacidades de restauración de bordes controladas significa que se puede apreciar el contenido clínico disponible de las estructuras óseas en los pacientes más pequeños de la UCIN, así como el detalle trabecular de pacientes mayores más desarrollados, por ejemplo. Los detalles precisos y el menor contraste de la anatomía del paciente de UCIN más pequeño requieren que se acentúen los diferentes componentes de frecuencia que los de los adolescentes más grandes. Las Figuras 6 y 7 ilustran estas diferencias y muestran la visualización mejorada proporcionada por la selección cuidadosa de los parámetros de procesamiento de imágenes apropiados.

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

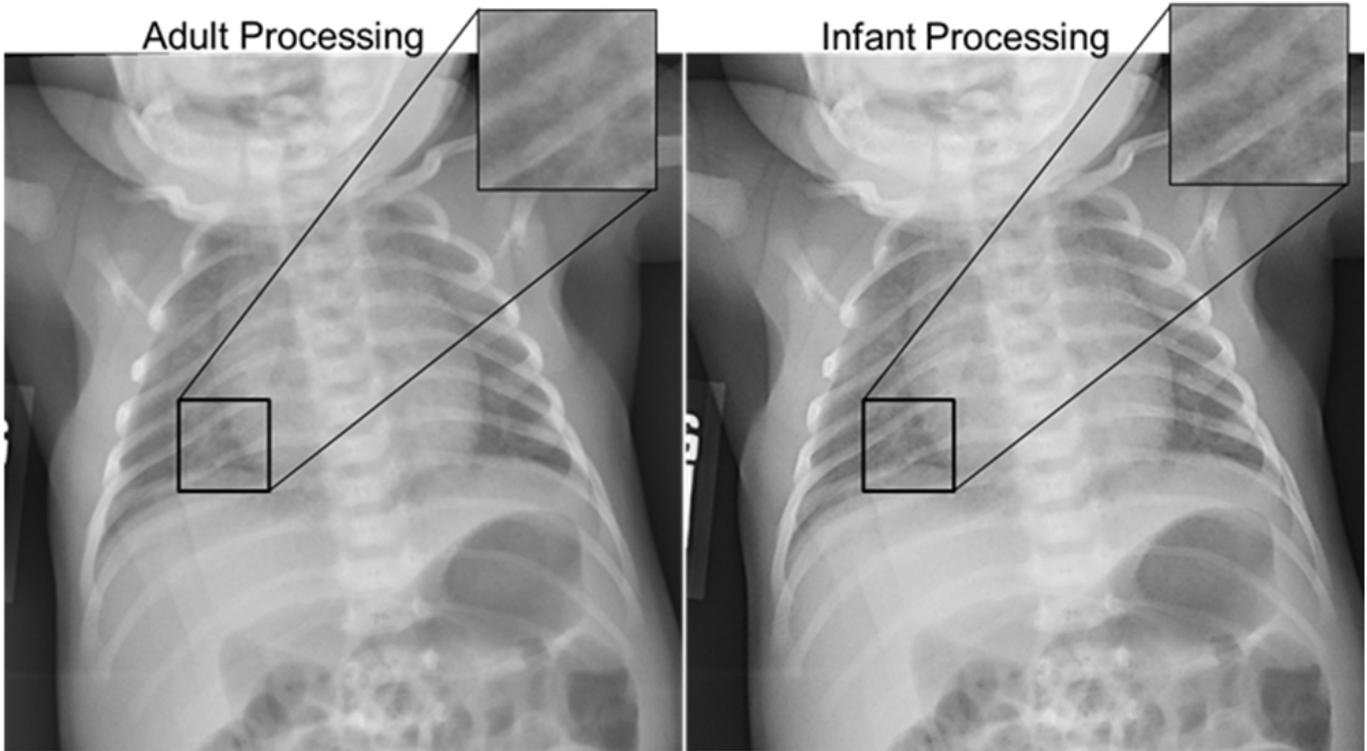


Figura 6. Una imagen torácica de un bebé con procesamiento de imagen tanto para adulto (izquierda) como para infante (derecha). Observe que muchos detalles del tórax infantil no son evidentes cuando se utiliza el procesamiento de adultos.

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

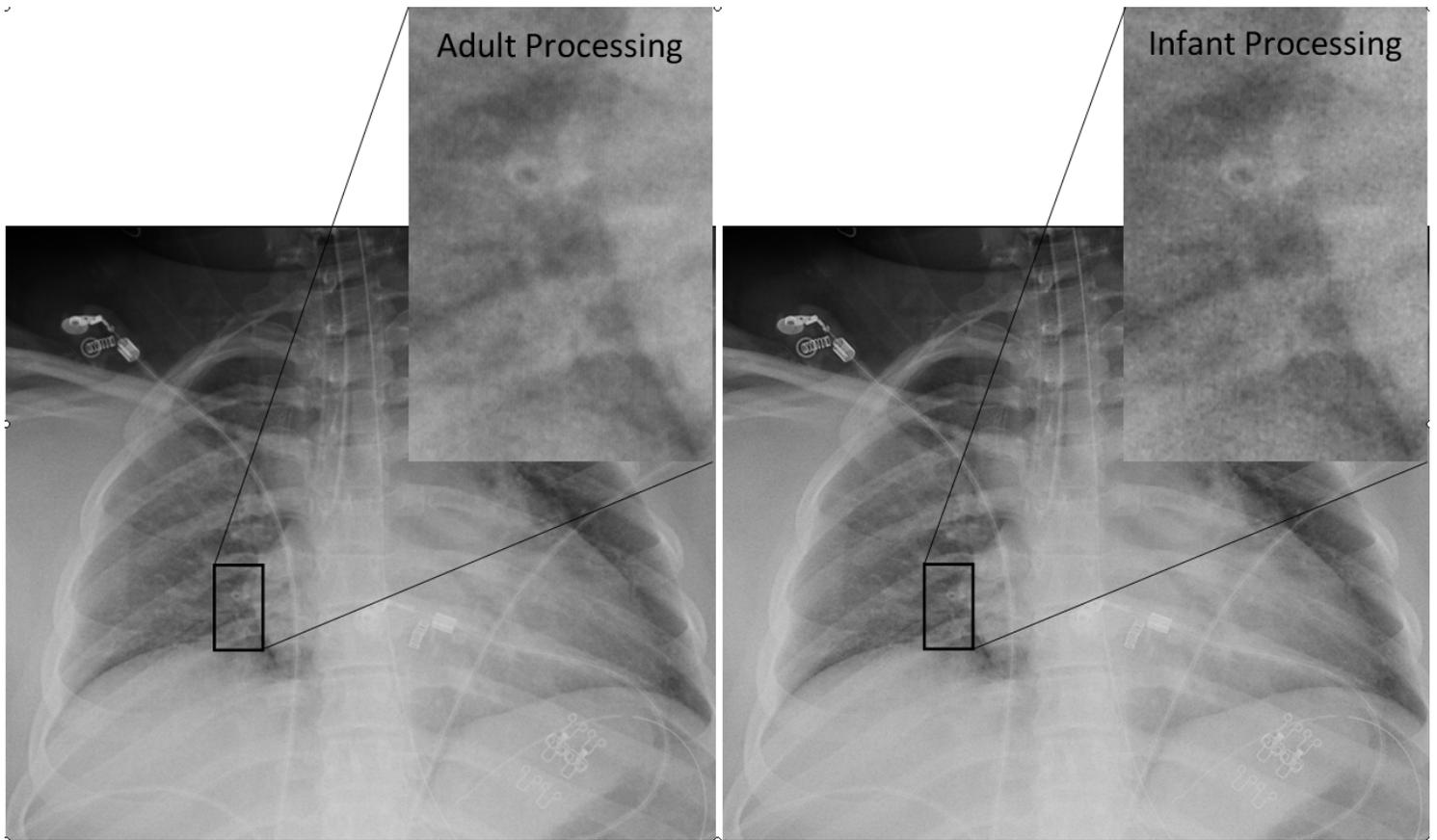


Figura 7. Una imagen torácica de un adolescente con procesamiento de imagen tanto de adulto (izquierda) como infantil (derecha). Tenga en cuenta que los detalles precisos del tórax adolescente se enfatizan demasiado cuando se utiliza el procesamiento infantil.

Disponible para todos los tamaños de pacientes, la *Visualización de tubo y catéter* utiliza una imagen guía creada automáticamente a partir de la adquisición original con procesamiento optimizado para una visualización más clara y sencilla de los catéteres. Los ejemplos incluyen un catéter central de inserción periférica (PICC), un catéter venoso central y tubos, como nasogástrico (NG) y

endotraqueal (ET), que ayudan a evitar la repetición de imágenes médicas. La Figura 8 demuestra la *visualización de tubo y catéter* (detector DRX 2530C, 58 kVp, 1 mAs, índice de exposición IEC de 152, producto del área de la dosis de 0,038). Observe cómo se destaca el catéter PICC en el pulmón superior derecho, junto con los tubos ET y NG.

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

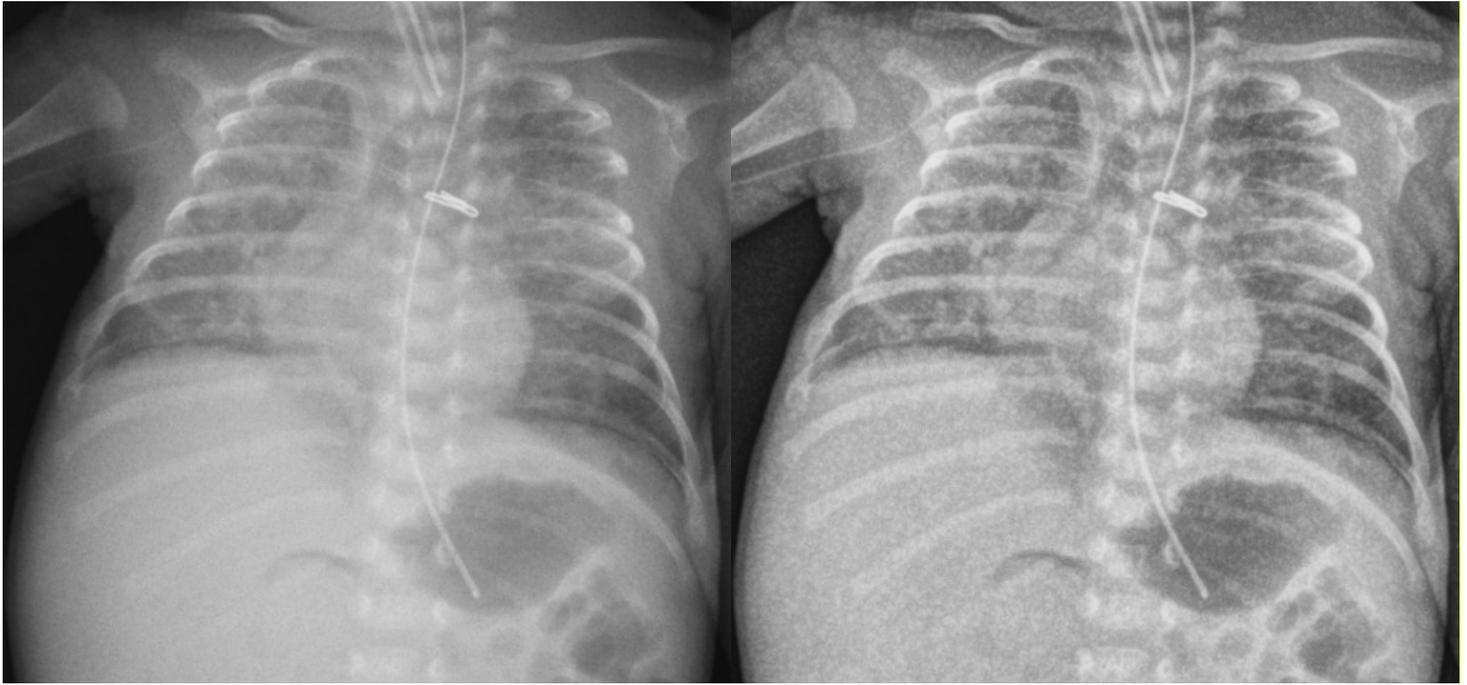


Figura 8. Visualización de tubo y catéter (DRX 2530C, 58 kVp, 1 mAs, EI de la IEC de 152, DAP de 0,038). Observe la visualización mejorada del catéter PICC (pulmón superior derecho) y los tubos ET y NG.

Aceptación y control de calidad

Una vez que se instala un sistema de imágenes y que se adapta a las preferencias de un centro médico para la exposición del paciente y la “apariencia” de la imagen, es importante contar con un programa continuo de control de calidad (QC) que asegure la alta calidad continua de las imágenes entregadas al radiólogo que las va a interpretar. Hay varios aspectos en este tipo de programa de control de calidad y Carestream Health ha implementado varias capacidades de sistema que permiten que un centro médico rastree fácilmente muchos de los parámetros importantes.

En el frente, el paquete de la *herramienta de calidad total DR (DR TQT)* permite una evaluación eficiente del nivel de rendimiento actual del detector de rayos X digital. Además, el EI de la IEC permite una evaluación rápida de los niveles de exposición utilizados para adquirir las imágenes. A nivel de departamento, el *software de análisis e informes administrativos* permite al técnico o físico de control de calidad consultar todos los sistemas Carestream en la red institucional desde una sola ubicación central. Esto puede resaltar rápidamente niveles de exposición anómalos, altas

tasas de repetición u otros problemas de calidad de imagen que pueden desarrollarse y brindar oportunidades para identificar y resolver problemas en una etapa temprana. Juntas, estas capacidades del sistema pueden ayudar a los técnicos radiólogos a mantener su alto nivel de calidad de imagen y coherencia para que los diagnósticos sean confiables.

Carestream es compatible con los informes estructurados de dosis de radiación DICOM, lo que permite a las instituciones rastrear y monitorear todos los eventos de irradiación.

Conclusión

Las demandas únicas de imágenes médicas pediátricas requieren un enfoque de todo el sistema para garantizar imágenes médicas de alta calidad con la exposición más baja posible para pacientes pequeños. Carestream Health ofrece una gama de características y funcionalidades que garantizan que nuestros sistemas puedan proporcionar las mejores y más seguras imágenes médicas de rayos X posibles en toda la gama de exámenes clínicos para todos los pacientes pediátricos.

Documento informativo | Cómo enfrentar los desafíos relacionados con las imágenes médicas pediátricas con las soluciones de Carestream

- ¹ Miller, Donald & Schauer, David. (2015). The ALARA principle in medical imaging. AAPM Newsletter. 40. 38-40.
- ² Bulas DI, et al. AJR Am J Roentgenol. Mayo de 2009; 192(5):1176-8. Image Gently: Why We Should Talk to Parents about CT in Children.
- ³ AJR Am J Roentgenol. Mayo de 2009; 192(5):1169-75. Image Gently Vendor Summit: Working Together for Better Estimates of Pediatric Radiation Dose from CT. Strauss KJ, et al.
- ⁴ Image Gently®: The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging. <http://www.pedrad.org/associations/5364/ig/> (Último acceso el 27 de septiembre de 2012).
- ⁵ Guía de la FDA titulada "Premarket Assessment of Pediatric Medical Devices," 14 de mayo de 2004. <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM089742.pdf>.
- ⁶ Guía de la FDA titulada "Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff: Pediatric Information for X-ray Imaging Device Premarket Notifications," 28 de noviembre de 2017. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/pediatric-information-x-ray-imaging-device-premarket-notifications> (Último acceso el 12 de julio de 2022).
- ⁷ Smart Noise Cancellation Processing: Providing a New Level of Clarity in Digital Radiography and a Foundation to Reduce Dose. https://www.carestream.com/blog/wp-content/uploads/2022/05/white_paper_smart_noise_cancellation_low_dose_2000299_202203_ltr_en_2.pdf (Último acceso el 15 de junio de 2022).
- ⁸ Tugwell-Allsup JR, Morris RW, Thomas K, Hibbs R, England A. "Neonatal digital chest radiography – should we be using additional copper filtration?," Br J Radiol. 1 de febrero de 2022; 95(1130):20211026. doi: 10.1259/bjr.20211026. Epub 14 de diciembre de 2021. PMID: 34797726; PMCID: PMC8822573.
- ⁹ Tapiovaara M, Siiskonen T. PCXMC, A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical X-ray examinations (2nd Ed.). <http://ebookbrowse.com/pcxmc-20-documentation-v2-pdf-d144174950>. (Último acceso el 15 de noviembre de 2012).
- ¹⁰ Schäfer S.B., Papst S., Fiebich M., et al. "Modification of chest radiography exposure parameters using a neonatal chest phantom," Pediatric Radiol. 50(1),(2020), 28-37.
- ¹¹ American Society of Radiologic Technologists. Best Practices in Digital Radiography. (2019). https://www.asrt.org/docs/default-source/research/whitepapers/asrt12_bstpracdigradwhp_final.pdf?sfvrsn=743d0370_16 (Último acceso el 28 de junio de 2022).
- ¹² International Standard IEC 62494-1 (2008) Medical electrical equipment – exposure index of digital X-ray imaging systems – Part 1: definitions and requirements for general radiography. International Electrotechnical Commission, ISBN 2-8318-9944-3.
- ¹³ Seibert J.A., Morin R.L., "The standardized exposure index for digital radiography; an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population," Pediatric Radiol. 41(5), (2011), 573-581.
- ¹⁴ <https://youtu.be/4AS05OuGWd8> (Último acceso el 13 de julio de 2022).