

Detettori DRX Plus: la ricerca dell'eccellenza

Autori: Karin Töpfer, Tim Wojcik

Introduzione

L'introduzione nel 2009, da parte di Carestream, del primo detettore al mondo portatile, wireless e con le dimensioni di una cassetta – il Detettore CARESTREAM DRX-1 – ha modificato notevolmente il mercato della Digital Radiography, mediante una soluzione di imaging versatile ed conveniente. Con un design di terza generazione, il **Detettore CARESTREAM DRX Plus** innalza la DR a nuovi livelli.

Questo documento descrive dettagliatamente molte delle caratteristiche e dei benefici del DRX Plus, mostrando i miglioramenti che il DRX Plus implementa nella Digital Radiography.

Eccellenti performance di imaging

Tenendo ben presente che lo scopo principale di questo prodotto è assicurare costantemente immagini eccellenti con la minima dose possibile al paziente, il DRX Plus incorpora molti miglioramenti rispetto al prodotto DRX-1, assicurando una riduzione del 60% del dark noise (il rumore di fondo, in assenza di segnale di ingresso) e allo stesso tempo un aumento del 25% della sensibilità, per un miglioramento significativo della Detective Quantum Efficiency (DQE, Efficienza quantica). Il beneficio è un miglioramento del SNR (Signal to Noise Ratio/Rapporto segnale rumore) nelle immagini rispetto ai prodotti proposti in precedenza, oppure l'opportunità di ridurre la dose al paziente mantenendo lo stesso SNR. La Figura 1 illustra il miglioramento in termini di rumore a pari esposizione, ottenendo un Exposure Index IEC (Indice di esposizione) pari a 135.

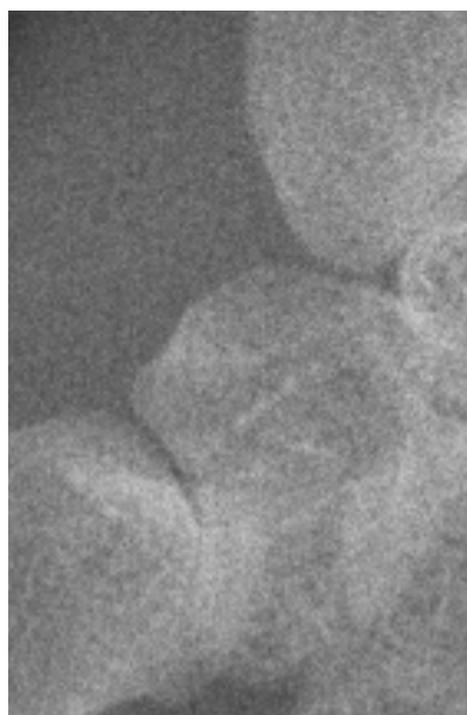
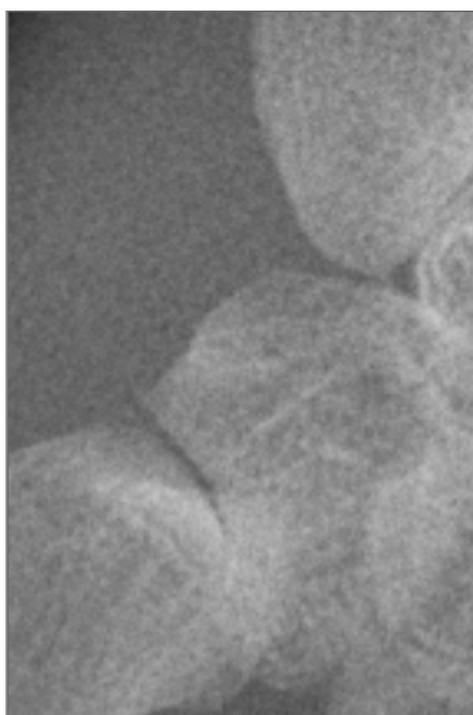


Figura 1: Confronto d'immagine con esposizione 800-speed: Il Detettore DRX Plus 3543 rispetto al Detettore DRX-1, immagine di un fantoccio della mano con fattore di ingrandimento 2x

White paper | Detettori CARESTREAM DRX Plus

Spesso, nei materiali promozionali, vengono utilizzate espressioni del tipo "DQE relativa" oppure "miglioramento del 20% nella DQE", senza indicazione della base di riferimento, rendendo queste metriche prive di significato. Nella valutazione d'acquisto, è utile confrontare i valori di DQE assoluta, in conformità allo standard internazionale IEC 62220 "Medical Electrical Equipment – Characteristics of digital x-ray imaging devices" (Apparecchiature elettromedicali – Caratteristiche dei dispositivi digitali di imaging a raggi X). Inoltre, è importante comprendere che la DQE non è costituita da un singolo valore numerico – ma bensì è dipendente da diverse variabili come la tipologia del fascio di raggi X, il livello d'esposizione e la frequenza spaziale considerata. Pertanto, quando si confrontano diversi prodotti, si dovrebbero utilizzare un insieme completo e omogeneo di dati. Lo standard IEC 62220 prescrive di presentare le performance in un modo che copra tale spazio della risposta; pertanto i clienti, quando confrontano i prodotti, dovrebbero insistere per ottenere un insieme completo di dati.

fascio, nel confronto con un prodotto concorrente, che nelle proprie schede prodotto indica una DQE simile.

Si noti che mentre al livello di esposizione più alto e a una frequenza spaziale bassa le performance dei due dispositivi sono simili, a frequenze spaziali più alte e con esposizioni minori, le performance del DRX Plus sono notevolmente migliori.

Naturalmente, la caratterizzazione delle DQE esprime le performance in condizioni ideali di laboratorio, e non in normali condizioni cliniche. L'uniformità d'immagine, in particolare, può essere influenzata notevolmente da condizioni quali: il tempo trascorso dall'accensione iniziale all'acquisizione, il tempo in cui si rimane nella fase prep (prep hold time), la differenza tra la temperatura di funzionamento e quella di calibrazione, le caratteristiche del fascio di raggi X rispetto a quelle utilizzate durante la calibrazione e l'intervallo tra l'acquisizione di un'immagine e della successiva.

La Figura 2 illustra la DQE del Detettore DRX Plus 3543 con le condizioni RQA-5 del

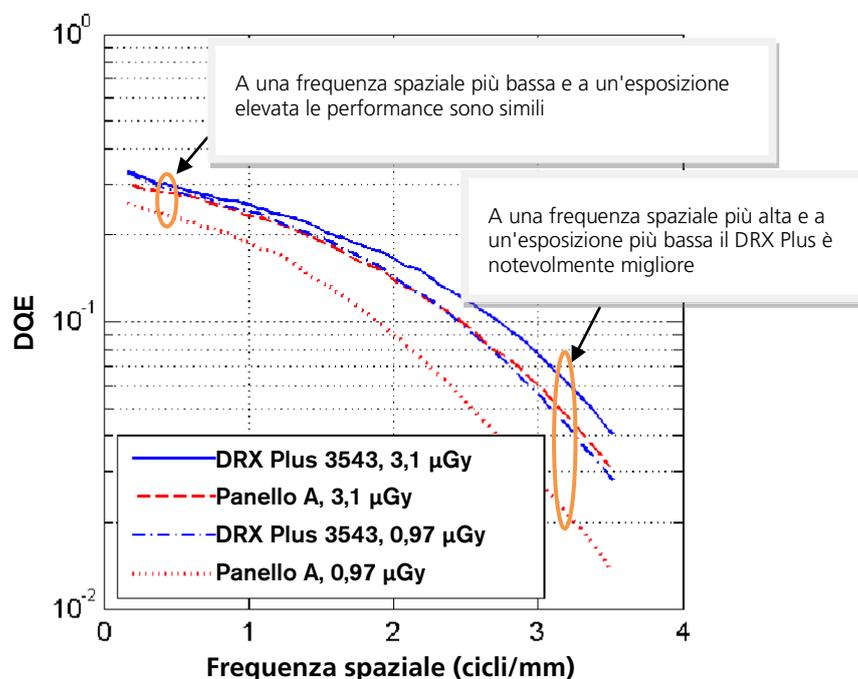


Figura 2: Confronto della DQE con fascio RQA-5 tra il DRX Plus 3543 e il Concorrente A

White paper | Detettori CARESTREAM DRX Plus

La Figura 3 mostra un esempio della uniformità d'immagine del DRX Plus, confrontata con quella di un detettore della concorrenza, a una temperatura di

funzionamento che differisce di 10 °C dalla temperatura di calibrazione. Entrambi i detettori erano stati calibrati a una temperatura di 25°C:

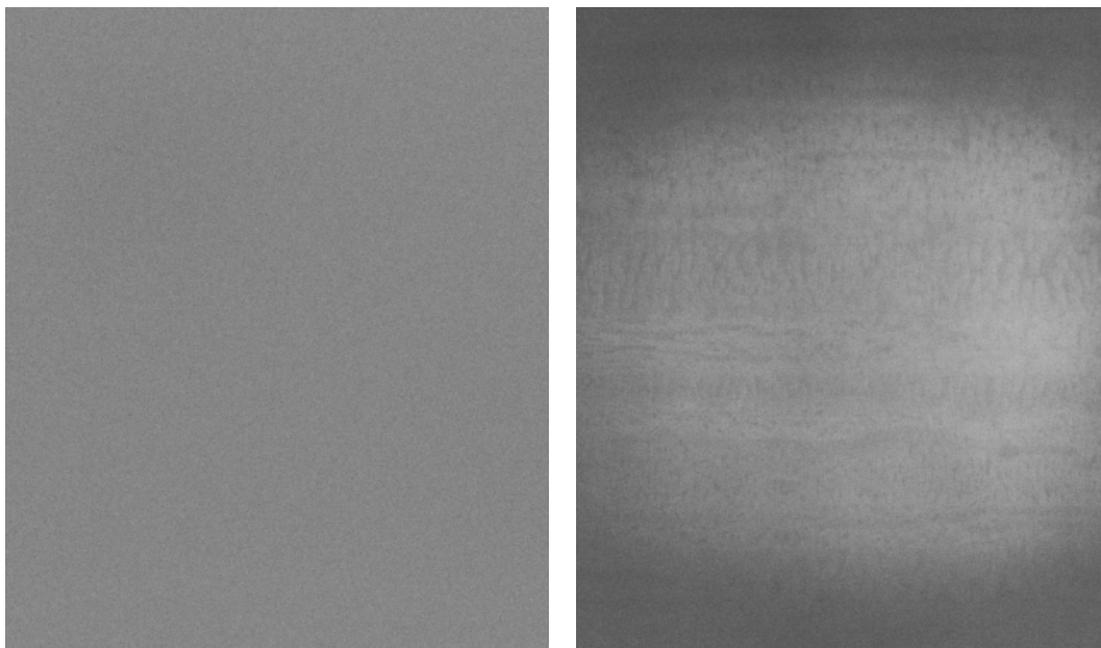


Figura 3: Confronto dell'immagine "flat field" (esposizione uniforme): DRX Plus 3543 rispetto al Concorrente A a 35 °C, calibrazione eseguita a 25°C, l'ampiezza della finestra è pari al 5% del livello

Infine, la natura dei sensori d'immagine, basati su silicio amorfo, richiede un'attenzione allo stato del pannello durante il funzionamento, inclusi l'accensione, il refresh, l'integrazione del segnale e l'acquisizione. Carestream ha acquisito una conoscenza approfondita di quest'aspetto che ha applicato nel design del detettore, come dimostrato dall'eccellente uniformità d'immagine e dalla stabilità nella sequenza di ciascuno

studio sul paziente. La Figura 4 illustra l'uniformità della prima immagine acquisita immediatamente dopo l'accensione con i detettori DRX Plus, rispetto a un prodotto della concorrenza. È evidente, nella seconda immagine, il problema della stabilità all'accensione come talvolta riportato in alcuni Manuali utente dei prodotti concorrenti. La necessità di scartare la prima immagine acquisita ha, infatti, un effetto negativo sul workflow.

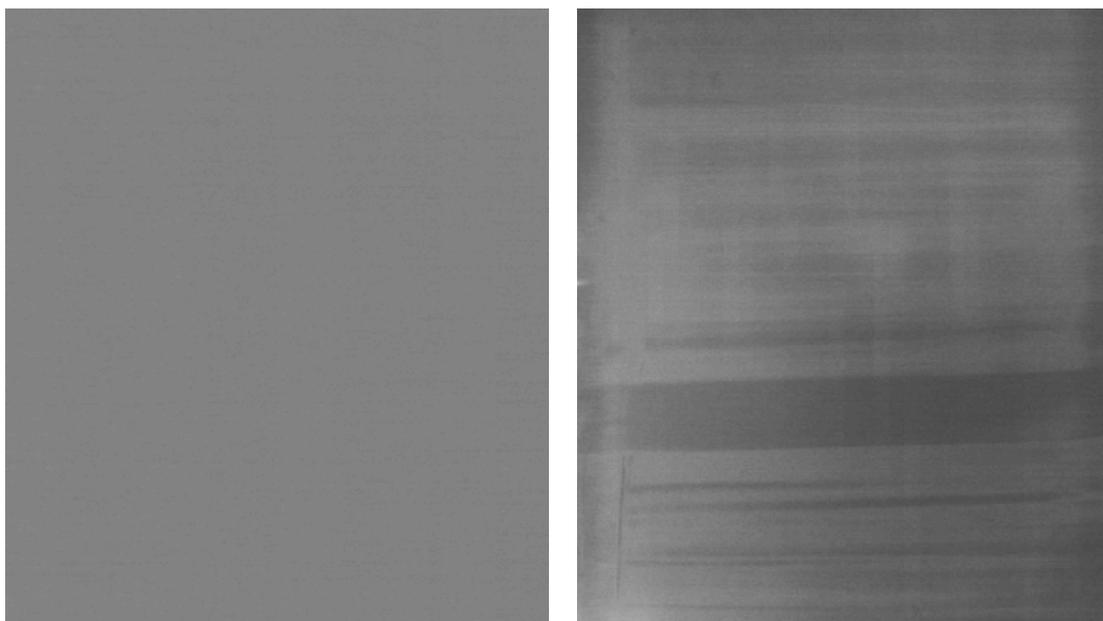


Figura 4: Prima immagine all'accensione: DRX Plus rispetto al Concorrente B, finestra di 30 ADC con risoluzione di 14 bit

Incremento della velocità di acquisizione

Le acquisizioni a singola proiezione sono soggette a limitazioni nella visualizzazione di alcuni dettagli dovuta alla sovrapposizione di organi o tessuti nell'immagine. Le applicazioni avanzate, come ad esempio la Tomosintesi e l'acquisizione Dual Energy, permettono di migliorare la visualizzazione di patologie nascoste. I detettori DRX Plus vengono progettati per poter supportare in futuro tali applicazioni avanzate con frame rate fino a cinque acquisizioni al secondo a piena risoluzione ("Fase Progettuale": Non disponibile commercialmente). Questo aumento della velocità di acquisizione produrrà anche una maggiore rapidità di accesso visualizzazione delle immagini.

Detettore più leggero e più resistente

Il peso del DRX Plus è stato ridotto, migliorando allo stesso tempo la resistenza del detettore. Questi miglioramenti consentono di aumentare la capacità di carico, migliorare la tolleranza alle cadute e la resistenza ai fluidi. I Detettori DRX Plus sono Livello 7 di protezione IPX, il che significa che possono supportare l'immersione in un metro d'acqua per 30 minuti, come da standard IEC 60529. Si raccomanda, comunque, di attenersi alle buone prassi cliniche come ad esempio

l'inserimento del detettore in una busta di protezione.

Un'altra caratteristica importante nella valutazione dei sistemi è la capacità di carico dei detettori. Molti sistemi sul mercato riportano una specifica tolleranza al carico, riferita al livello limite prima della rottura, senza indicare il riferimento di carico a cui viene certificato il corretto funzionamento del detettore. Il DRX Plus è costruito in modo da garantire che i componenti critici per l'imaging operino correttamente anche sotto carico, ad esempio quando il paziente è steso sul detettore in una procedura a letto.

La Figura 5 illustra l'uniformità d'immagine del detettore DRX Plus con un accoppiamento appropriato tra lo scintillatore e il sensore in presenza di un carico di 68 kg (150 lb) applicato su un cilindro del diametro di 4 cm, rispetto a un detettore progettato in modo meno accurato caricato con soli 23 kg (50 lb). Entrambi i detettori specificano una capacità di carico di 68 kg, si osservino i punti di non-uniformità sul dispositivo caratterizzato da un accoppiamento non ottimale tra lo scintillatore e il sensore. È possibile che il Detettore C sia in grado di resistere a un carico di 68 kg prima della rottura, ma la qualità d'immagine è compromessa gravemente già con un carico di appena 23 kg.

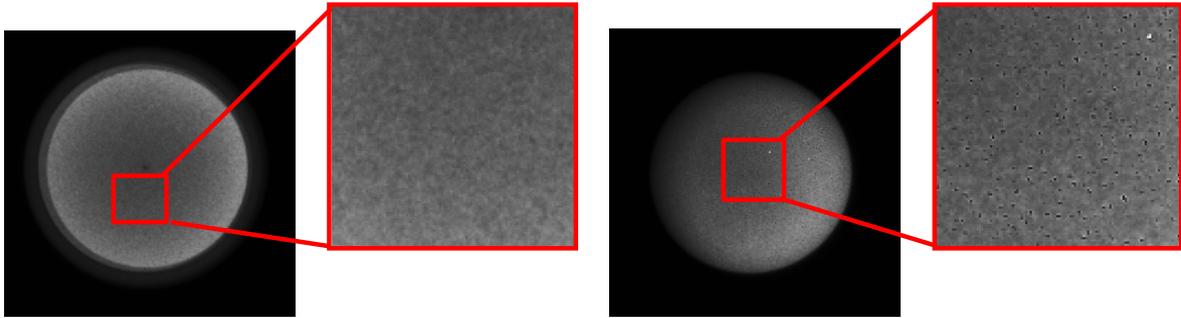


Figura 5: Immagini con carico mediante un cilindro: DRX Plus rispetto al Detettore C

Scelte per la sincronizzazione dell'esposizione per le installazioni "retrofit"

Con oltre 11.000 apparecchiature DRX-1/1C installate con successo, Carestream continua ad assicurare un funzionamento affidabile e sicuro. Nel caso di aggiornamento retrofit (retrofitting) di una sala diagnostica esistente, analogica oppure CR, Carestream ha sviluppato soluzioni "Direct Connect" di sincronizzazione dell'esposizione, per oltre 160 sistemi radiografici differenti.

L'attuale metodo Direct Connect di Carestream utilizza una semplice interruzione sul cablaggio del pulsante raggi per assicurare che il ciclo di acquisizione del detettore sia sincronizzato con l'esposizione, come illustrato nella Figura 6:

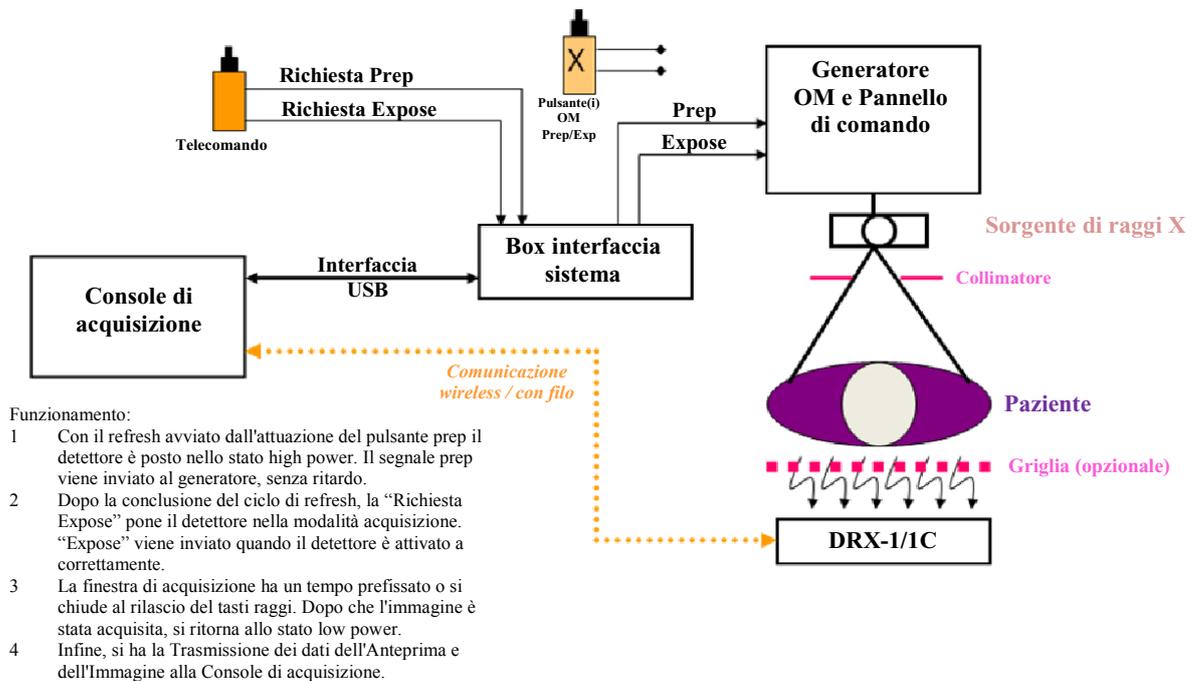


Figura 6: Sincronizzazione Direct Connect del fascio di raggi X

White paper | Detettori CARESTREAM DRX Plus

I benefici di questo metodo includono:

- La garanzia che il detettore sia pronto prima di permettere l'esposizione del paziente
- Il mantenimento del detettore in uno stato low power (ad assorbimento ridotto di potenza) il più a lungo possibile per rendere massima la durata di carica della batteria
- la qualità d'immagine massima possibile senza perdita di parte dell'esposizione

Purtroppo in alcuni sistemi a raggi X, non è possibile il collegamento ai segnali prep/expose. È stata quindi introdotta sul mercato la funzionalità "Beam Sensitive Triggering" o "Beam Detect" (Rivelazione automatica del fascio). Quest'ultima pur risolvendo alcune problematiche è soggetta ad alcune limitazioni. Per assicurare questa funzionalità esistono una serie di metodi che presentano ciascuno dei punti di forza e di debolezza intrinseci. Alcuni limiti dei sistemi esistenti includono:

- La necessità di esporre una porzione specifica (normalmente il centro) del detettore, poiché per rivelare il fascio si utilizza un sensore dedicato. In questo caso, un fascio collimato posizionato in prossimità del perimetro dell'area d'immagine non verrà rilevato e non avvierà il ciclo di acquisizione.
- Le soglie minime d'esposizione possono essere più elevate rispetto alle tecniche standard causa ad esempio: la minore collimazione che deve essere aperta oltre le dimensioni dell'oggetto per assicurare che l'esposizione interessi una sufficiente superficie del detettore, inoltre, il tempo d'esposizione deve essere di almeno 5 millisecondi.
- In alcuni casi, prima di esporre il paziente, l'utente deve obbligatoriamente decidere quale

sensibilità del detettore utilizzare – se la sensibilità scelta è troppo bassa, l'immagine potrebbe non essere acquisita, mentre la scelta di una sensibilità troppo alta causa acquisizioni spurie dovute a interferenze elettromagnetiche, a sbalzi di temperatura o a un lievi urti sul dispositivo.

L'introduzione del Detettore DRX Plus porta questo metodo di acquisizione a nuovi livelli di performance. La soluzione progettata da Carestream, utilizza l'intera matrice di acquisizione per rivelare il segnale fascio, questo assicura una sensibilità di reazione eccezionale. Il DRX Plus permette un'integrazione continua del segnale senza alcuna perdita d'esposizione, altri detettori necessitano, invece, di diversi millisecondi di esposizione per il cambiamento di stato. È stato dimostrato che, con il detettore DRX Plus di Carestream, si ottengono acquisizioni affidabili per una gamma completa di tecniche espositive, anche con acquisizioni con matrici basse (4 cm x 10 cm) disposte ovunque sulla superficie del detettore, e su un'ampio intervallo variabile di condizioni ambientali. L'algoritmo intelligente di trigger del fascio di Carestream evita falsi trigger provenienti dai urti o da rumore ambientale, mentre mantiene una sensibilità estremamente elevata ai raggi X. Il detettore DRX Plus, una volta attivato, può attendere l'arrivo del fascio di raggi X per un tempo anche di diversi minuti a discrezione dell'utente, utilizzando un time-out programmabile.

Carestream consiglia fortemente l'utilizzo della sincronizzazione Direct Connect, poiché assicura la massima qualità d'immagine, la massima durata della batteria, e il funzionamento più sicuro mediante un controllo dell'esposizione evitandola quando il detettore non è pronto. Tuttavia, se le esigenze operative richiedono la sincronizzazione Beam Detect, allora i detettori DRX Plus assicureranno affidabilità e performance eccellenti.

White paper | Detettori CARESTREAM DRX Plus

X-Factor Smart

Carestream supporta l'intercambiabilità e la condivisione dei detettori DRX-1/1C e dei nuovi detettori DRX Plus su un ampio insieme di retrofit per sistemi portatili o per sale diagnostiche. Questo offre all'utente una flessibilità estrema nell'ottimizzazione del workflow (collocando i detettori dove più sono necessari), garantendo massimo up-time e massimo ritorno dell'investimento. Il DRX Plus dispone delle capacità che supporteranno l'evoluzione delle modalità di imaging, mantenendo contemporaneamente la compatibilità con l'ambiente DRX-1/1C: "Right for Today, Ready for Tomorrow."

DRX Plus – da Ottimo a Eccellente

Carestream è stata pioniera nel mondo dei detettori DR portatili, wireless e con le dimensioni di una cassetta, questa posizione di leadership ha permesso all'azienda di dimostrare i benefici del detettore DRX-1, continuando comunque la ricerca e lo sviluppo verso nuove opportunità di miglioramento. Il DRX Plus costituisce la 3^a generazione di detettori Carestream ed è la controprova della conoscenza ed esperienza nel mercato dell'Imaging medico.

Karin Töpfer è un Imaging Physicist dei Research and Innovation Laboratories di Carestream. È un'esperta di qualità d'immagine medica e di modellazione delle performance dei detettori digitali per raggi X. In aggiunta, lavora per la progettazione di cicli operativi stabili e di calibrazioni e correzioni per detettori digitali portatili per raggi X.

Tim Wojcik è il Program Leader per la Radiographic Image Capture dei Research and Innovation Laboratories di Carestream. Ha più di 38 anni di esperienza nello sviluppo, ricerca e fabbricazione dei prodotti e ha diretto progetti di digital radiography, computed radiography e stampa di immagini medicali.