

# Il software EVP Plus offre funzionalità d'avanguardia per elaborazione di immagine da sistemi CR e DR

## Introduzione

I tecnici radiologi si attendono un elevato grado di automazione e di efficienza dalla tecnologia che utilizzano nel loro quotidiano flusso di lavoro, ciò significa livelli minimi di interazione con il software multi-modalità utilizzato. Allo stesso tempo, i radiologi si aspettano la flessibilità necessaria che consenta loro di specificare le preferenze di visualizzazione diagnostica della loro struttura.

Nel caso della tecnologia per l'elaborazione di immagini questo si traduce nella richiesta per un elevato grado di automazione, contemporaneamente a quella per flessibilità e semplicità d'uso. È una sfida notevole quando si tratta di radiografie planari digitali, dove le immagini radiografiche dei pazienti, che impiegano un sistema di radiografia digitale (DR) a schermo piatto o un sistema di radiografia

computerizzata (CR) con fosforo a memoria fotostimolabile, richiedono una fase di elaborazione per trasformare le immagini catturate in un formato adatto all'interpretazione diagnostica.

Il software CARESTREAM DirectView EVP Plus supera con successo questa sfida del settore della radiografia planare digitale. EVP Plus elabora e invia automaticamente immagini DR e CR diagnostiche di qualità al PACS, in base alle preferenze visive che possono essere specificate singolarmente presso ogni struttura.

## Elaborazione di immagini con EVP Plus

La Figura 1 è un diagramma di flusso che comprende le sei principali fasi di elaborazione automatica dell'algoritmo EVP Plus.

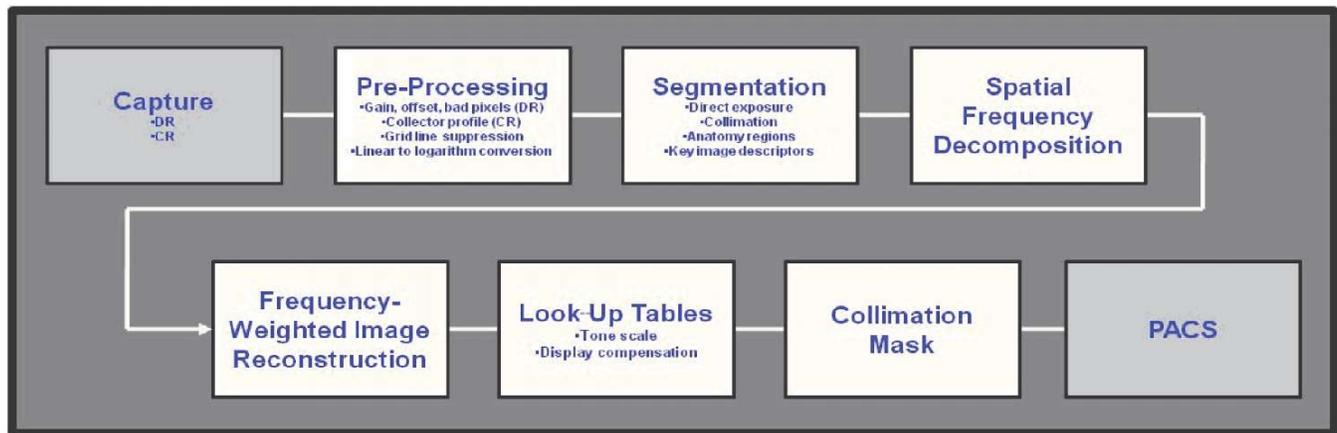


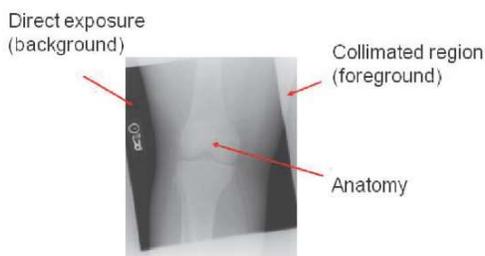
Figura 1 - Diagramma di flusso dell'elaborazione con EVP Plus

Durante la fase di pre-elaborazione vengono eseguite diverse correzioni sui dati pixel non elaborati, come le modifiche del guadagno e dell'offset del detettore. Queste correzioni servono a calibrare il recettore di immagini, in modo da ottenere una risposta costante all'esposizione ai raggi X in tutto il campo di esposizione. Inoltre, la fase di pre-elaborazione incorpora la conversione lineare-logaritmica dei valori dei pixel. La conversione logaritmica assicura che l'istogramma dei valori di pixel delle immagini

non varia con il livello di esposizione, favorendo un'elaborazione solida e costante. Se durante l'acquisizione di un'immagine viene usata una griglia fissa e sull'immagine è presente un artefatto da lamelle di griglia, il software di pre-elaborazione rileva l'artefatto e attenua l'ampiezza delle variazioni del segnale. La soppressione delle linee da griglia evitano la presenza di artefatti di aliasing, come l'effetto Moire, che compaiono quando le immagini vengono ridimensionate per la visualizzazione su monitor PACS. Una volta completata l'elaborazione, l'immagine viene

## White Paper | Software CARESTREAM DirectView EVP Plus

segmentata e ogni pixel viene classificato in una delle tre seguenti regioni: 1) anatomia rilevante dal punto di vista diagnostico, che generalmente corrisponde alla regione interna al profilo cutaneo; 2) collimazione; 3) esposizione diretta. La Figura 2 identifica le tre regioni segmentate principali.



**Figura 2 - Tre regioni di immagini segmentate**

Nella regione dell'anatomia, vengono usati algoritmi per rifinire la valutazione delle regioni diagnostiche importanti, come ossa, tessuti molli e aria libera. La fase di segmentazione identifica ulteriormente le regioni radiopache relativamente più piccole all'interno del profilo cutaneo, inclusi i marker piombati e i pacemaker.

Il software EVP Plus ignora i valori dei pixel corrispondenti alle regioni radiopache durante la derivazione dei parametri che attivano l'accentuazione della frequenza spaziale e genera tabelle di transcodifica per il rendering dell'immagine in scala di grigi. Nel caso della CR, possono presentarsi situazioni in cui campi di esposizione multipli sono presenti su una singola lastra. In questi casi, il software identifica automaticamente ogni regione e tratta ogni campo di esposizione come una singola immagine. Il prodotto della fase di segmentazione è costituito da una serie di descrittori delle immagini chiave o, nel caso di un esame CR con esposizione multipla, da serie di descrittori. Questi descrittori delle immagini chiave sono utilizzati per attivare il rendering delle immagini dipendente dal segnale.

La prima fase del rendering delle immagini è la scomposizione della banda multi-frequenza. Si tratta di un approccio potente che consente la manipolazione indipendente del contrasto di caratteristiche anatomiche di diverse dimensioni. Il contrasto relativo di queste caratteristiche può essere regolato per produrre una visualizzazione preferita per l'interpretazione diagnostica di ogni tipo di esame. La scomposizione della banda di frequenza implica un processo che sfoca l'immagine in successione aumentando i gradi per creare una serie di immagini con filtro passa-basso. Le immagini risultanti vengono utilizzate per creare una serie di immagini che rappresentano differenti bande di frequenza spaziale. Ogni banda di frequenza rappresenta un particolare intervallo dimensionale delle caratteristiche anatomiche. Ad esempio, le bande di bassa

frequenza rappresentano variazioni di contrasto anatomico ampie, come tra i campi del mediastino e dei polmoni, mentre le bande di alta frequenza rappresentano variazioni di contrasto ridotte, come le trabecole ossee. Inoltre, le bande di alta frequenza contengono generalmente le variazioni "sale e pepe" associate al rumore quantico.

Una volta che l'immagine viene scomposta in bande di frequenza, i valori dei pixel per ogni banda sono moltiplicati per un termine di guadagno che essenzialmente aumenta e riduce (se il termine di guadagno è < 1.0) il contrasto degli attributi dell'immagine rappresentati dalla specifica banda. Il grado di accentuazione o soppressione di ogni banda della frequenza spaziale non rappresenta un valore fisso all'interno di EVP Plus. Invece, i guadagni della banda di frequenza sono una funzione del livello di esposizione e della grandezza dei bordi. In particolare, EVP Plus incorpora una funzione dipendente dalla grandezza dei bordi che modula il guadagno per mitigare gli artefatti da alone (anelli) che possono comparire intorno ai bordi ad alto contrasto. Questo approccio accentua i dettagli sottili senza enfatizzare eccessivamente i bordi ad alto contrasto soggetti ad artefatti da alone (Figura 3).



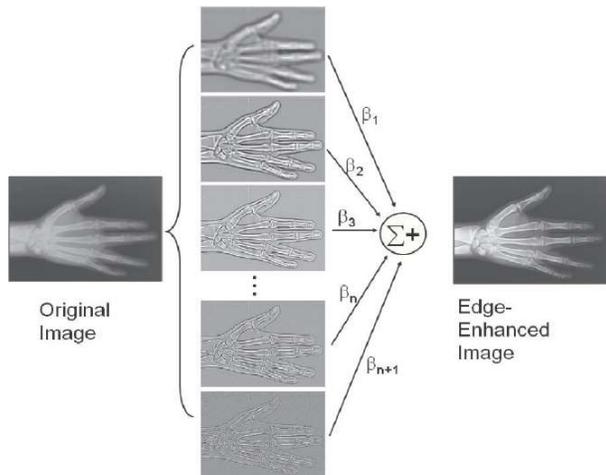
**3a - Artefatto da alone**



**3b - Elaborazione EVP Plus**

A livelli di esposizione diagnostica, la principale fonte di rumore in un'immagine radiografica è il rumore quantico. Come i livelli di esposizione ai raggi X si riducono all'interno dell'intervallo diagnostico, anche il rapporto segnale-rumore (SNR) si riduce, con l'effetto di aumentare la presenza del rumore. Poiché la sua presenza varia a livello spaziale (in quanto corrisponde alle regioni ad esposizione relativamente più bassa e più alta), EVP Plus applica una soppressione maggiore sulle regioni ad esposizione più bassa.

Dopo la manipolazione delle bande di frequenza, le bande sono ricombinate per ricostruire l'immagine con frequenza accentuata (Figura 4).



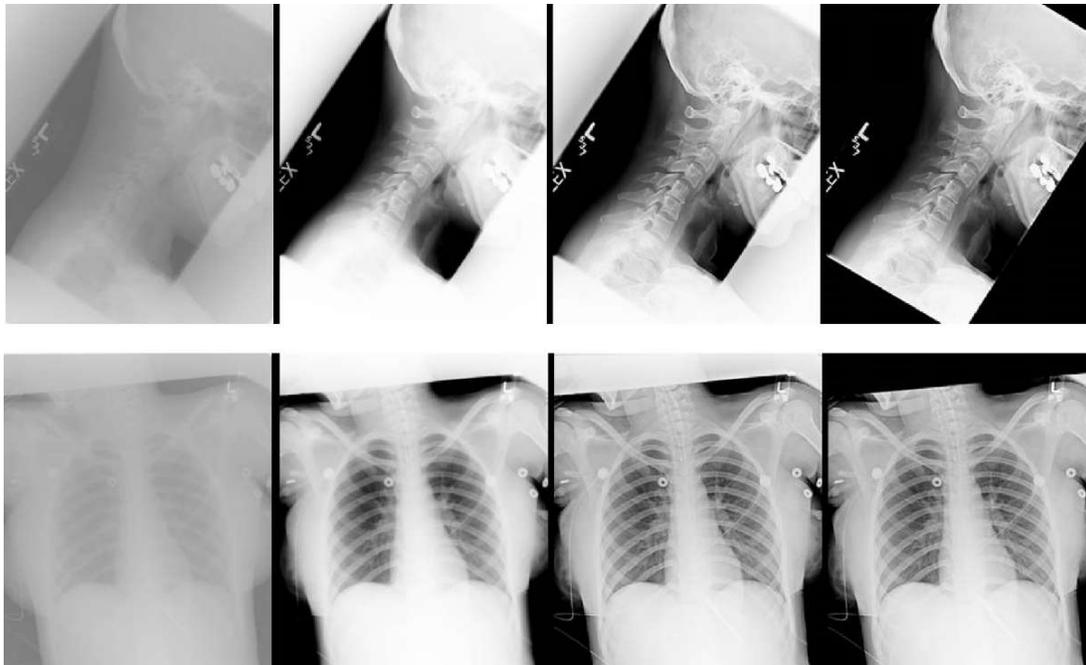
**Figura 4 - Scomposizione multi-frequenza e ricostruzione con frequenza accentuata di EVP Plus**

all'immagine con frequenza accentuata ed è utilizzata per controllare la luminosità dell'immagine (densità media o luminanza) e la latitudine (l'intervallo delle esposizioni sottoposte a rendering per la visualizzazione).

Inoltre, la tabella di transcodifica della scala di tonalità è associata a una funzione di visualizzazione in scala di grigi standard (DICOM GSDF) per la presentazione dell'immagine su un monitor PACS calibrato. È possibile applicare una maschera di collimazione all'immagine pronta per la visualizzazione.

La Figura 5 mostra due esempi che illustrano la progressione dell'aspetto dell'immagine in diverse fasi del processo di elaborazione con EVP Plus. Da sinistra a destra sono mostrati: l'immagine non elaborata, l'immagine dopo l'applicazione della scala di tonalità, l'immagine con frequenza accentuata, l'immagine pronta per la visualizzazione dopo l'applicazione della maschera di collimazione.

I descrittori delle immagini chiave sono utilizzati per generare una scala di tonalità derivata dalla fase di segmentazione. La scala di tonalità viene applicata

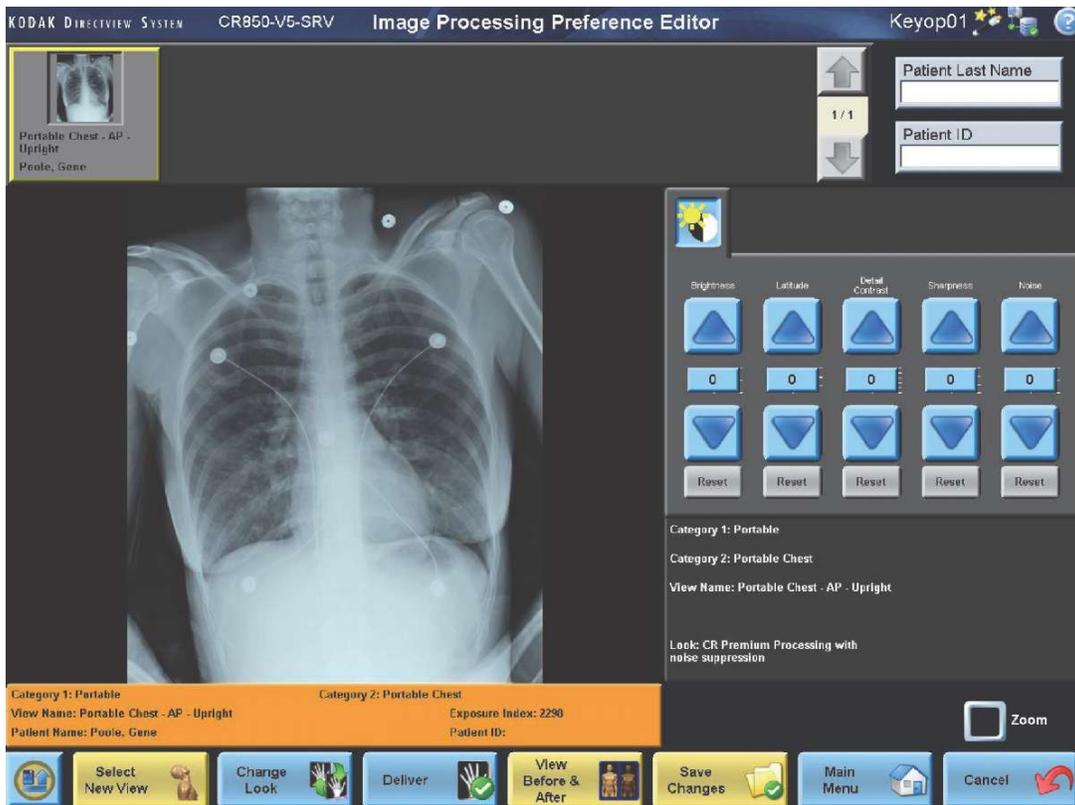


**Figura 5 - Da sinistra a destra, la progressione dell'immagine: immagine non elaborata, scala di tonalità, accentuazione della frequenza, maschera di collimazione applicata.**

### Definizione delle preferenze di visualizzazione dell'immagine

I sistemi CR e DR di Carestream utilizzano un'interfaccia utente intuitiva (Figura 6) che offre comandi indipendenti per cinque attributi fondamentali della qualità dell'immagine: luminosità, latitudine, contrasto del dettaglio, nitidezza e rumore.

L'interfaccia utente, come descritto in basso (Figura 6), può essere utilizzata per la configurazione iniziale nell'impostazione delle preferenze visive uniche per una struttura clinica. Una volta che sono state definite le preferenze, EVP Plus elabora automaticamente le immagini in base all'aspetto specificato.



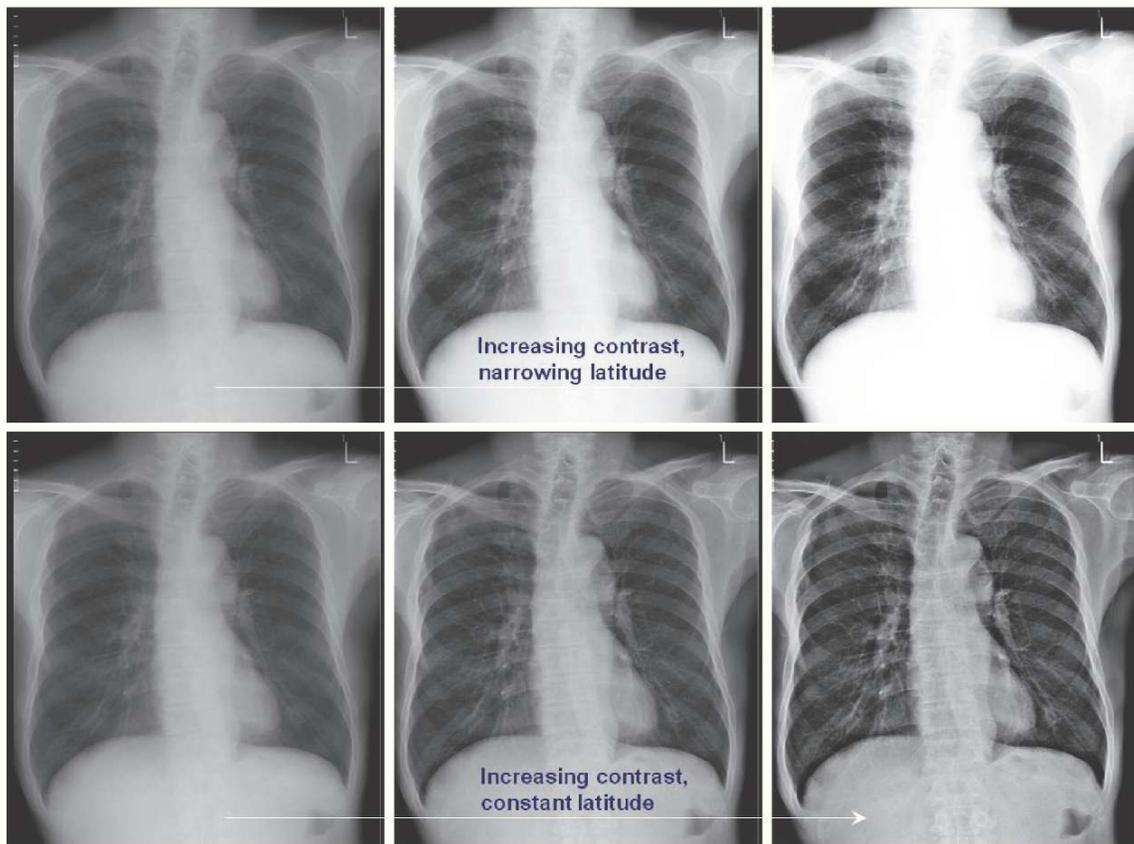
6 - Interfaccia utente con comandi indipendenti degli attributi della qualità dell'immagine

## White Paper | Software CARESTREAM DirectView EVP Plus

Ogni attributo della qualità dell'immagine viene controllato attraverso i comandi a scorrimento dell'editor preferenze. Il comando a scorrimento della luminosità controlla la densità media (o luminanza) dell'immagine. Il semplice scorrimento del comando della luminosità verso l'alto e verso il basso aumenta o riduce il livello di luminosità rispettivamente.

Il comando a scorrimento della latitudine controlla l'intervallo delle esposizioni associate all'intervallo di visualizzazione senza avere effetti sul dettaglio locale. Spostare questo comando a scorrimento verso l'alto per aumentare le tonalità visibili di grigio; spostarlo verso il basso per ridurre le tonalità visibili di grigio.

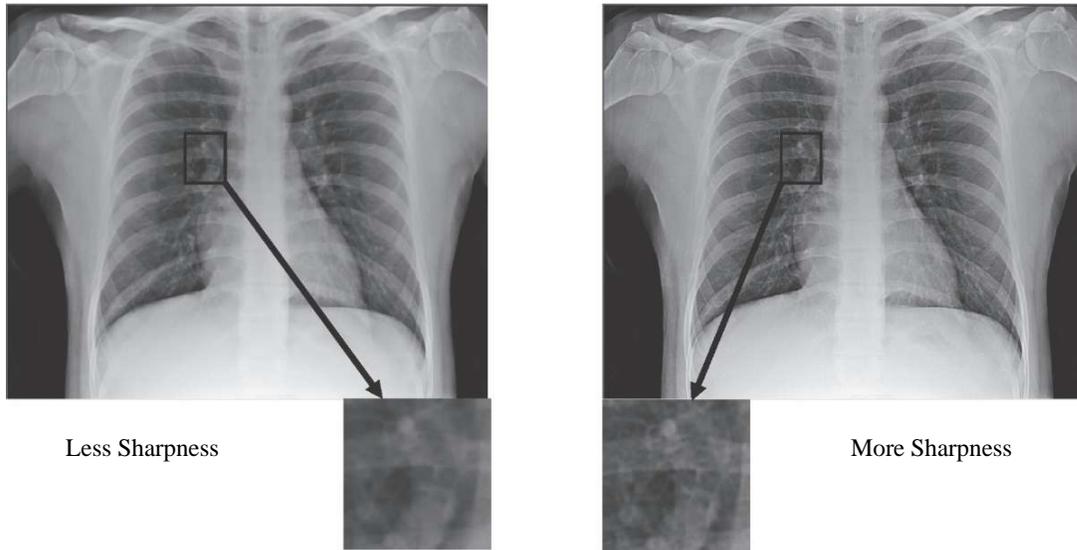
Il comando a scorrimento del contrasto controlla il contrasto locale delle strutture di medie dimensioni presenti in un'immagine, come gli spazi tra le articolazioni, la distanza tra i corpi vertebrali e tra le costole, senza avere effetti sulla latitudine dell'immagine. L'aumento del valore del comando a scorrimento rende più accentuate le strutture di medie dimensioni presenti nell'immagine, mentre la riduzione del valore rende queste strutture meno accentuate. La Figura 7 illustra le differenze tra il comando interdependente e indipendente della latitudine e del contrasto del dettaglio.



**Figura 7 - Riga superiore:** il funzionamento della scala di tonalità tradizionale illustra che l'aumento del contrasto riduce l'intervallo delle esposizioni visualizzate (questa è la classica relazione di interdipendenza tra il contrasto e la latitudine). **Riga inferiore:** L'elaborazione di EVP Plus ottiene lo stesso grado di contrasto crescente e mantiene, al contempo, lo stesso intervallo di esposizioni che possono essere visualizzate. EVP Plus offre un comando indipendente della latitudine e del contrasto.

Il comando a scorrimento della nitidezza controlla l'aspetto delle strutture più lievi come trabecole ossee, macchie polmonari e calcificazioni. La Figura 8 illustra gli effetti

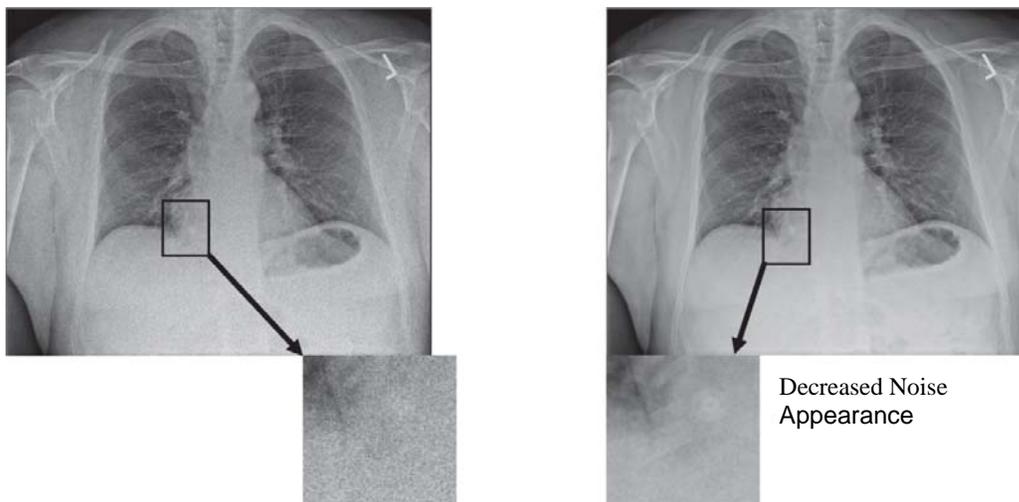
della regolazione del comando a scorrimento della nitidezza. L'aumento del valore del comando a scorrimento rende queste strutture più lievi maggiormente accentuate, mentre la riduzione le rende meno enfatizzate.



**Figura 8 - Effetto dell'aumento del valore del comando a scorrimento della nitidezza sull'aspetto delle strutture più lievi presenti nell'immagine**

Infine, il comando a scorrimento del rumore controlla il livello di soppressione del rumore applicato all'immagine. Anche in questo caso l'utilizzo è semplice: la riduzione del valore riduce al minimo la presenza del rumore, mentre

l'aumento del suo valore applica una soppressione del rumore minore, che può renderlo più pronunciato nelle aree ad esposizione più bassa. La Figura 9 illustra l'effetto della riduzione col comando a scorrimento del rumore.



**Figura 9 - La riduzione del rumore nel comando a scorrimento riduce la presenza del rumore**

---

## White Paper | Software CARESTREAM DirectView EVP Plus

EVP Plus offre un set di visualizzazioni predefinite, ognuna delle quali prende in considerazione differenti gradi di luminosità, latitudine, contrasto del dettaglio, nitidezza e presenza del rumore. I centri diagnostici possono selezionare una visualizzazione di partenza da queste impostazioni predefinite e quindi personalizzare gli esami in base alle loro preferenze, utilizzando dei comandi semplici e intuitivi.

### Riepilogo

Il software EVP Plus di Carestream offre un'elaborazione di immagini per DR e CR altamente automatizzata e all'avanguardia, accompagnata da un'interfaccia utente intuitiva. Dopo l'installazione del software, gli utenti possono facilmente "comporre" le proprie preferenze di visualizzazione, per ogni tipo di esame radiografico. Una volta che il software è stato configurato, EVP Plus fornisce automaticamente immagini radiografiche che soddisfano la presentazione delle immagini preferita per ogni esame.

### Riferimenti

1. X. Wang and H. Luo, "Automatic and exam-type independent algorithm for the segmentation and extraction of foreground, background, and anatomy regions in digital radiographic images," Proc. SPIE 5370, 1427-1434 (2004).
2. X. Wang, J. Luo, R. Senn, and D. Foos, "Method for recognizing multiple radiation fields in computed radiography," Proc SPIE 3661, 1625-36 (1999).
3. Couwenhoven ME, Senn RA, Foos DH. Enhancement method that provides direct and independent control of fundamental attributes of image quality for radiographic imagery. SPIE Medical Imaging Proceedings; 5367: 474-481, 2004.
4. Jain AK, "Fundamentals of Digital Image Processing," Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, 1989.
5. Dainty JC, Shaw R, "Image Science," Academic Press, London, NY, San Francisco, 1974.
6. Barret HH, Swindell W, "Radiological imaging: the theory of image formation, detection and processing," Academic Press, New York, NY, 1981.