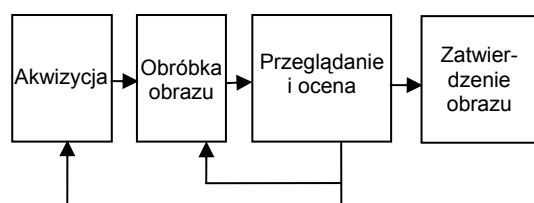


# Maksymalizacja skuteczności dawki w obrazowaniu u dzieci

## Wprowadzenie

W porównaniu do obrazowania u osób dorosłych obrazowaniu radiograficznemu u dzieci towarzyszy szereg wyjątkowych wyzwań. Podwyższona wrażliwość rosnących narządów i kości na promieniowanie, dłuższe przewidywane czasy życia u dzieci i szeroki zakres budowy ciała w tej grupie demograficznej oznaczają, że nie można używać tych samych technik akwizycji i parametrów obróbki obrazu, co w przypadku obrazowania u osób dorosłych. Inicjatywa „Back to Basics” kampanii Image Gently zachęca do korzystania z praktyk dotyczących obrazowania specyficznych dla pediatrii i jest ona spójna z zasadami w podejściu firmy Carestream do tych ważnych problemów.<sup>1 2 3</sup>

Aby zapewnić jak najwyższą jakość obrazu przy najbardziej wydajnym wykorzystaniu ekspozycji na promieniowanie, ważne jest, aby traktować każdy etap łańcucha tworzenia obrazu jako część kompletnego systemu. Proces tworzenia obrazu można naturalnie podzielić na trzy odrębne etapy: akwizycja obrazu, obróbka obrazu w celu wyświetlenia oraz przeglądanie i ocena obrazu. Etapy te przedstawiono na Rysunku 1. Na tym rysunku zaznaczono także proces oceny jakości obrazu i jego kluczową rolę w uzyskaniu pozytywnego wpływu na etapy akwizycji i obróbki obrazu.



**Rysunek 1. Schemat procesu tworzenia obrazu. Przeglądanie i ocena obrazu pozwalają wpływać na etapy akwizycji i obróbki obrazu, które mogą umożliwić ciągłe ulepszenia.**

W duchu inicjatywy Image Gently firma Carestream Heath opracowała i wdrożyła wiele funkcji przeznaczonych specjalnie do zapewnienia optymalnej akwizycji obrazu i wyświetlenia informacji diagnostycznych u wszystkich pacjentów pediatrycznych. Poniżej opisano niektóre z tych funkcji.

## Akwizycja obrazu

Pierwszy etap tworzenia obrazu to przechwycenie obrazu rentgenowskiego RTG przez odbiornik. Niedawne wprowadzenie innowacyjnego bezprzewodowego detektora DRX firmy Carestream było wielkim krokiem naprzód poprzez zapewnienie wysokiej jakości detektora RTG, który płynnie wpasowuje się w organizację pracy na noworodkowych i pediatrycznych oddziałach OIOM. Ponadto zastosowanie warstwy przetwarzającej promieniowanie rentgenowskie z CsI(Tl) pomaga zapewnić jak najwyższą jakość obrazu. Bezprzewodowa konstrukcja praktycznie eliminuje problemy, jakie można napotkać w trakcie pozycjonowania pacjenta w środowisku klinicznym w przypadku zastosowania systemu przewodowego. Wymienna bateria gwarantuje także szybką gotowość detektora do pracy.

Poza bardzo wydajnym detektorem, istotne jest także zastosowanie właściwych parametrów ekspozycji (np. kVp, mAs i filtracja) dla szerokiego zakresu budowy ciała u dzieci. Szeroki zakres rozmiarów ciała – od najmniejszych noworodków do największych nastolatków – wymaga dostosowania technik akwizycji dla pacjentów o różnej wielkości ciała i w różnym wieku. Aby sprostać temu wyzwaniu, firma Carestream oferuje możliwość wyboru wielkości ciała pacjenta pediatrycznego spośród siedmiu kategorii, na podstawie ostatnich zaleceń FDA.<sup>4 5</sup> Ten nowo skategoryzowany wybór

---

## Biała księga | Produkty firmy Carestream stawiają czoła wyzwaniom dotyczącym obrazowania u dzieci

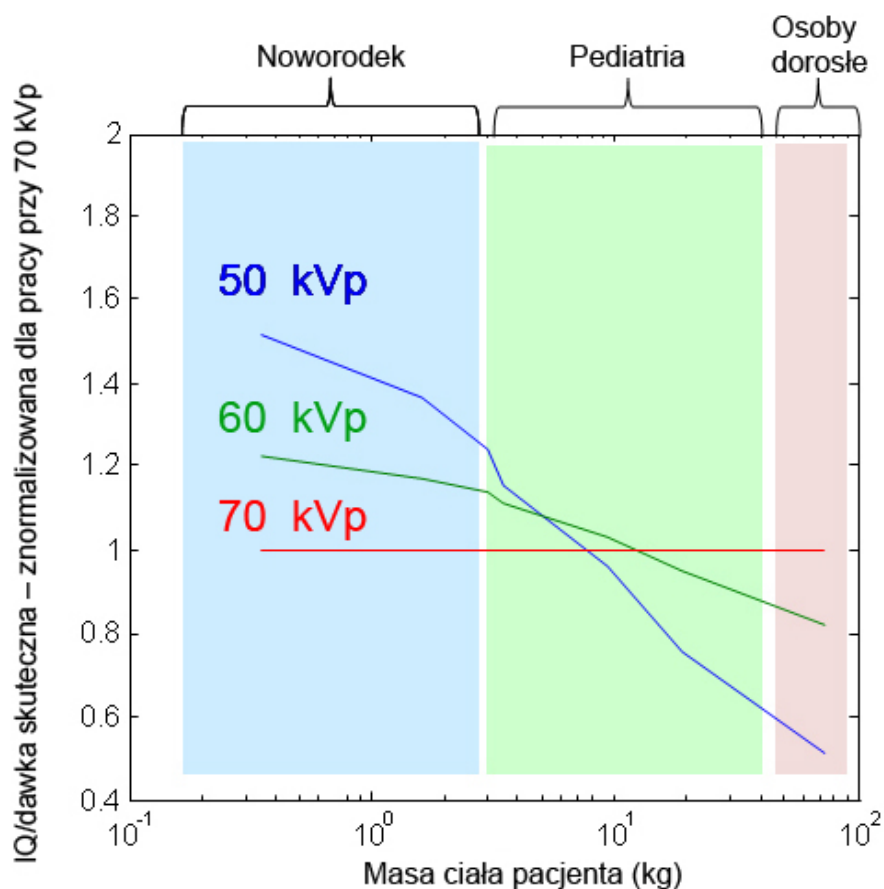
pozwala systemowi wybrać domyślne parametry akwizycji i konfigurację obróbki obrazu właściwe dla różnych typów pacjentów i różnych rodzajów detektorów (oprogramowanie do optymalizacji i wzmacniania akwizycji obrazu u dzieci). Ta funkcja umożliwia bardziej jednorodną akwizycję i wyświetlanie obrazów w przypadku pacjentów o określonej wielkości ciała należących do określonej grupy wiekowej.

Firma Carestream jest także zaangażowana w opracowanie ulepszonych technik akwizycji dla pacjentów pediatrycznych. Praca ta opiera się na uświadomieniu sobie, że zastosowanie cyfrowego receptora daje możliwość celowania w określony stosunek sygnału do szumu na obrazie oraz zachowania określonej gęstości optycznej na obrazie ostatecznym. Nieodłączna separacja akwizycji

i wyświetlania obrazu w środowisku cyfrowym daje nowe możliwości opracowania specyficznego dla zadania dopasowania w zakresie ilości i rodzaju promieniowania stosowanego do uzyskania obrazów cyfrowych.

Aby zilustrować możliwość optymalizacji techniki, Rysunek 2 przedstawia znormalizowaną miarę jakości obrazu (wskaźnik wykrywalności na jednostkę skutecznej dawki pochłoniętej) dla guzka w płucach o wielkości 5-10 mm jako funkcję masy ciała pacjenta. Wyniki wskazują, że w przypadku mniejszych pacjentów, niższa wartość kVp może poprawić jakość obrazu przy danej dawce dla pacjenta, podczas gdy wyższe wartości kVp są bardziej korzystne w przypadku większych pacjentów. (Wyniki są normalizowane z wynikami uzyskanymi za pomocą techniki 70 kVp.)

**Biała księga** | Produkty firmy Carestream stawiają czoła wyzwaniom dotyczącym obrazowania u dzieci



Rysunek 2. Znormalizowana jakość obrazu (wskaźnik wykrywalności guzków) na jednostkę pochłoniętej dawki skutecznej dla różnych wartości kVp w funkcji masy ciała pacjenta w przypadku guzka w płucach o wielkości 5–10 mm. Dane zostały znormalizowane do wyniku jakości obrazu w przypadku 70 kVp.

## Biała księga | Produkty firmy Carestream stawiają czoła wyzwaniom dotyczącym obrazowania u dzieci

W przypadku pewnych procedur, jak np. ocena skoliozy, możliwe jest zredukowanie poziomów ekspozycji dla obrazów kontrolnych. Redukcja ekspozycji sprawdza się, jeśli obrazowanie można w sposób satysfakcjonujący osiągnąć w przypadku obrazu o większym szumie niż wysokiej jakości badanie pierwotne, który jednak nadal w wystarczającym stopniu wskazuje wyrostki kolczyste, umożliwiając precyzyjną ocenę kliniczną. W tym konkretnym przypadku poza badaniem strategii redukcji dawki, firma Carestream Health wprowadziła także funkcję obrazowania pełnej długości, która minimalizuje wielkość nałożenia pomiędzy kolejnymi obrazami. Redukuje to ekspozycję pacjenta i zapewnia maksymalne pokrycie pola widzenia części anatomicznej.

Szybkie wyświetlenie podglądu obrazu po akwizycji pozwala technikowi szybko zdecydować, czy część anatomiczna pacjenta została uchwycona prawidłowo, czy badanie należy powtórzyć. Wpływa to korzystnie na szybkość i wydajność wykonywania badań, co jest szczególnie ważne u młodych pacjentów. Aby pomóc, firma Carestream wdrożyła nowy wskaźnik ekspozycji według normy IEC (EI) umożliwiający szybką ocenę ilości promieniowania zastosowanej do utworzenia obrazu.<sup>6 7</sup> Powiązany wskaźnik odchylenia (DI) umożliwia natychmiastową ocenę techniki akwizycji w porównaniu do docelowej ekspozycji dla danego badania obowiązującej w danej placówce. Ta natychmiastowa informacja zwrotna w połączeniu z innymi, wyżej opisanymi, usprawnieniami w wyborze techniki pomaga technikowi uzyskać bardziej

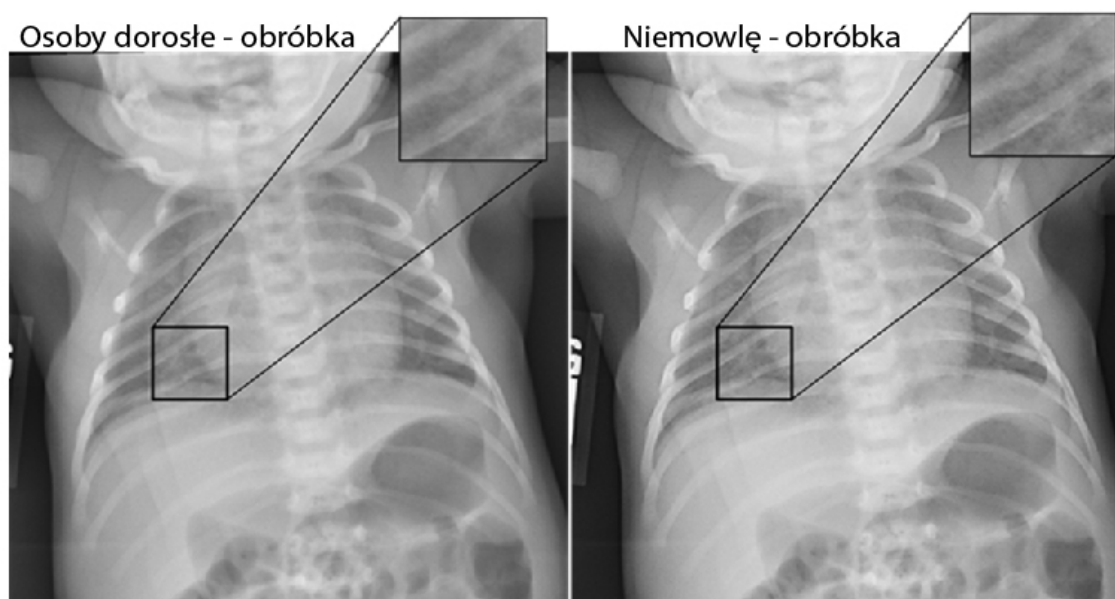
jednorodną jakość obrazu z detektora dla kolejnego etapu łańcucha obrazowania, obróbki obrazu.

### Obróbka i wyświetlanie obrazu

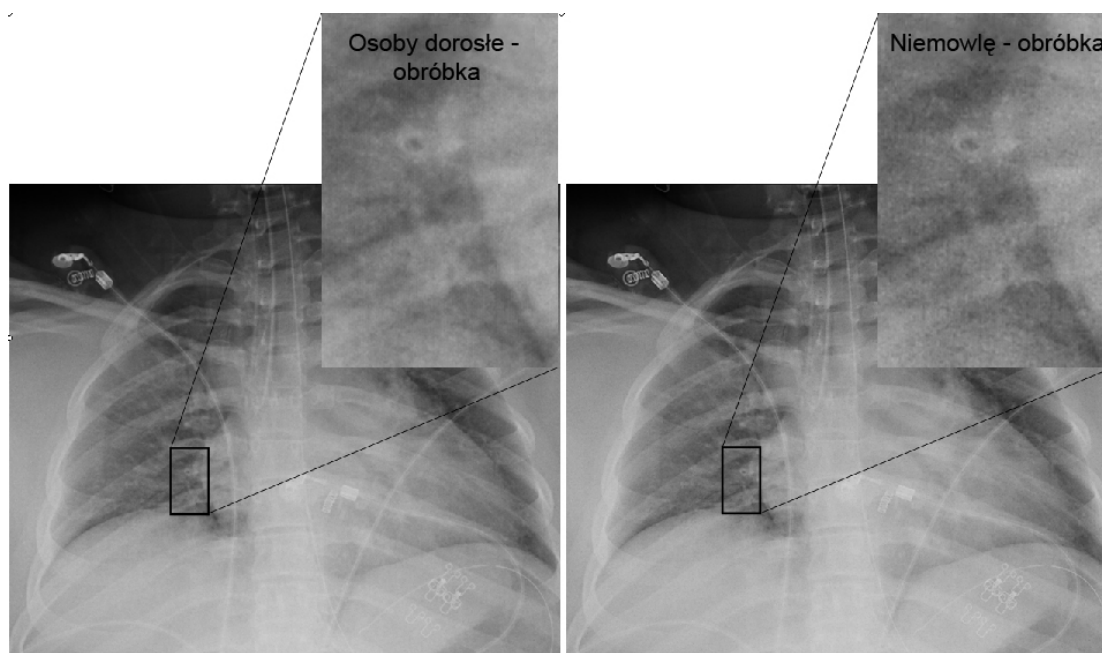
Po uzyskaniu wysokiej jakości obrazu przy jak najmniejszej ekspozycji pacjenta, kluczowe znaczenie ma odpowiednia obróbka obrazu, która pozwoli czytelnie i wydajnie dostarczyć radiologowi informacji diagnostycznych.

Oprogramowanie EVP Plus firmy Carestream można dostosować w celu dopasowania parametrów obróbki obrazu do preferencji danej placówki. Przy pomocy informacji o wielkości i wieku pacjenta, parametry obróbki obrazu można także dostosować do wyświetlania informacji klinicznej w bardziej obszernej postaci w porównaniu do zastosowania konfiguracji obróbki obrazów dla pacjentów dorosłych. Rozkład częstotliwości na osiem pasm, redukcja szumu w wielu częstotliwościach i funkcje kontrolowanego odtwarzania krawędzi oznaczają, że dostępna kliniczna zawartość struktur kostnych u najmniejszych pacjentów noworodkowych oddziałów OIOM może być traktowana na równi ze szczegółami dotyczącymi beleczek u starszych, lepiej rozwiniętych pacjentów. Drobne szczegóły i mniejszy kontrast części ciała najmniejszych pacjentów noworodkowych oddziałów OIOM wymagają osłabienia innych elementów częstotliwości niż w przypadku większych nastolatków. Rysunki 3 i 4 przedstawiają te różnice i poprawione wyświetlanie dzięki dokładnemu wyborowi właściwych parametrów obróbki obrazu.

**Biała księga** | Produkty firmy Carestream stawiają czoła wyzwaniom dotyczącym obrazowania u dzieci



Rysunek 3. Obraz klatki piersiowej niemowlęcia poddany obróbce właściwej dla dorosłych (strona lewa) i niemowląt (strona prawa). Należy zwrócić uwagę, że w przypadku obróbki właściwej dla pacjentów dorosłych nie widać wielu szczegółów klatki piersiowej niemowlęcia.



Rysunek 4. Obraz klatki piersiowej nastolatka poddany obróbce właściwej dla dorosłych (strona lewa) i niemowląt (strona prawa). Należy zwrócić uwagę, że drobne szczegóły klatki piersiowej nastolatka są nadmiernie podkreślone w przypadku obróbki obrazu właściwej dla niemowląt.

## Biała księga | Produkty firmy Carestream stawiają czoła wyzwaniom dotyczącym obrazowania u dzieci

### Akceptacja i kontrola jakości

Po zainstalowaniu i dostosowaniu systemu obrazowania do preferencji danej placówki dotyczących ekspozycji pacjenta i wyglądu obrazu, ważne jest wprowadzenie stałego programu kontroli jakości (QC), który pozwala zapewnić ciągłą wysoką jakość obrazów dostarczanych odczytującemu je radiologowi. Istnieje wiele aspektów tego typu programu QC, a firma Carestream Health wdrożyła wiele funkcji systemowych umożliwiających placówce łatwe śledzenie wielu ważnych parametrów.

Po stronie użytkownika program DR Total Quality Tool (DR TQT) umożliwia skuteczną ocenę bieżącego poziomu wydajności cyfrowego detektora RTG. Ponadto IEC EI umożliwia szybką ocenę poziomów ekspozycji stosowanych do akwizycji obrazów. Na poziomie oddziału oprogramowanie do analizy administracyjnej i raportowania umożliwia technikowi zajmującego się kontrolą jakości QC lub inżynierowi medycznemu

przesłanie zapytania do wszystkich systemów firmy Carestream w sieci firmowej z jednej lokalizacji centralnej. Pozwala to szybko wykryć nieprawidłowe poziomy ekspozycji, dużą liczbę powtórzeń i potencjalne inne problemy z jakością obrazu, oraz umożliwia podjęcie bardziej proaktywnych działań w celu rozwiązania potencjalnych problemów. Razem te funkcje systemowe pomagają technikom zachować wysoki poziom jakości i jednorodności obrazów.

### Wniosek

Wyjątkowe wymagania obrazowania u dzieci wymagają podejścia systemowego w celu zagwarantowania obrazowania wysokiej jakości przy jak najmniejszej ekspozycji pacjenta. Firma Carestream Health oferuje szereg funkcji, które zapewniają, że nasze systemy mogą dostarczyć najlepszego i najbezpieczniejszego obrazowania RTG w pełnym zakresie badań klinicznych u wszystkich pacjentów pediatrycznych.

---

<sup>1</sup> Bulas DI, et al. AJR Am J Roentgenol. 2009 May;192(5):1176-8. Image Gently: Why We Should Talk to Parents about CT in Children.

<sup>2</sup> AJR Am J Roentgenol. 2009 May;192(5):1169-75. Image Gently Vendor Summit: Working Together for Better Estimates of Pediatric Radiation Dose from CT. Strauss KJ, et al

<sup>3</sup> Image Gently®: The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging. <http://www.pedrad.org/associations/5364/ig/> (odczytano 27 września 2012)

<sup>4</sup> Wytyczne FDA pt. „Premarket Assessment of Pediatric Medical Devices,” 14 maja 2004, <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM089742.pdf>

<sup>5</sup> Robocze wytyczne FDA pt. „Draft Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff: Pediatric Information for X-ray Imaging Device Premarket Notifications,” 10 maja 2012, <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM302938.pdf>

<sup>6</sup> Międzynarodowa norma IEC 62494-1 (2008) Medyczne urządzenia elektryczne — Wskaźnik ekspozycji w cyfrowych systemach obrazowania rentgenowskiego — Część 1: Definicje i wymagania dotyczące radiografii ogólnej. Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna, ISBN 2-8318-9944-3

<sup>7</sup> 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