

Cyfrowy rentgen. Radzimy jak wybrać sprzęt

# Pacjent w komputerze

Andrzej Wieczorek

Technika cyfrowych obrazów rentgenowskich staje się coraz powszechniej używaną metodą diagnostyki obrazowej. Mimo że urządzenia nie są tanie, specjaliści doceniają ich zalety.

Warto bowiem przypomnieć, że obraz stworzony cyfrowo można powiększyć, zmienić jego kontrast i zaczernienie. Na monitorze można zrobić niezbędne pomiary, wybrać obszar zainteresowania i przeprowadzić jego szczegółową ocenę. To umożliwia wyższą wykrywalność zmian. Jednocześnie obraz komputerowy pozwala na jednoczesną pracę i dyskusję nad badaniem specjalistów, których dzieli ściana sali operacyjnej, piętro szpitala czy nawet ocean.

To tylko niektóre zalety ucyfrowienia diagnostyki. Dla pacjenta ważne jest także to, że duża tolerancja cyfrowej radiografii na błędy w doborze parametrów ekspozycji praktycznie eliminuje konieczność powtórznego naświetlania pacjenta.

## Właściwa konfiguracja

Równie istotne są zalety ekonomiczne. Jak się bowiem okazuje, inwestycja szybko się amortyzuje. Przy właściwym skonfigurowaniu systemu

## Cyfrowy rynek

Na świecie stosowane są obecnie dwa sposoby ucyfrowienia obrazu rentgenograficznego. Bezpośredni DR (od angielskiego *direct radiography*) znany też pod skrótowym określeniem zastosowanego detektora jako *flat panel* i pośredni CR (od angielskiego *computed radiography*), wykorzystujący płytę obrazową wielokrotnego zapisu.

Urządzenia do bezpośredniego ucyfrowienia czyli cyfrowe aparaty rentgenowskie DR są drogie. Jeden aparat – w zależności od wyposażenia – kosztuje ok. 1,2–2,4 mln zł, a jakość obrazu jest porównywalna z obrazem uzyskanym techniką pośrednią. Oczywiście, pod warunkiem zastosowania, np. wprowadzonej niedawno przez Agfa płyty obrazowej najnowszej generacji, wykorzystującej tzw. luminofor igłowy (ang. *needle IP*) umożliwiającej skanowanie wszelkich formatów płyt obrazowych z rozdzielczością 50 mikronów (20 linii na 1 mm).

„ Obraz komputerowy pozwala na jednoczesną pracę i dyskusję nad badaniem specjalistów, których dzieli ściana sali operacyjnej, piętro szpitala czy nawet ocean „

można drastycznie ograniczyć liczbę drukowanych filmów i sfinansować inwestycję w części lub w całości oszczędnościami na materiałach eksploatacyjnych. Klasyczne archiwa filmów rentgenowskich zajmują miejsce (generując koszty) i wymagają obsługi przez personel. Ważne jest także, że w sytuacji narastającej liczby roszczeń pacjentów wobec placówek służby zdrowia z tytułu błędów w sztuce, postawienia złej diagnozy itp., kluczową kwestią staje się pełna dostępność dokumentacji poprzednio wykonanych badań.

DR to urządzenia o bardzo dużej przepustowości i znajdują ekonomiczne uzasadnienie jedynie w dużych centrach szpitalnych, gdzie dziennie bada się setki pacjentów lub prowadzi badania przesiewowe na dużych grupach osób. Warto mieć świadomość, że za cenę jednego aparatu cyfrowego DR można optymalnie ucyfrowić cały zakład diagnostyki obrazowej, z 3 gabinetami RTG, MR, CT i kilkoma USG opierając się na pośredniej akwizycji obrazu (system CR).

### Akwizycja obrazu

W dalszej części artykułu omówię ucyfrowienie, oparte o akwizycję obrazu w systemie CR, choć uwagi odnoszące się do wad i zalet omawianych konfiguracji dotyczą również rozwiązań z zastosowaniem cyfrowych aparatów RTG (DR – odpowiednik CR opisanego poniżej jako wersja podstawowa).

Podane ceny orientacyjne, zależne od konkretnych uwarunkowań danego ZDO i producenta określonego elementu. Podane ceny są cenami brutto (przyjmując VAT na sprzęt medyczny jako 7 proc.). Warto też zwrócić uwagę,

że wymogi dotyczące monitorów zostały określone rozporządzeniem ministra zdrowia (patrz ramka *Minister w monitorze*).

#### 1. Zestaw do ucyfrowienia rentgenogramów z jednoformatową suchą kamerą cyfrową i stacją diagnostyczno-opisową zawierający:

- skaner płyt obrazowych,
- 6 kaset z płytami fosforowymi (2 szt. 35x43, 2 szt. 35x35, 2 szt. 24x30),
- stanowisko do nanoszenia na kasetę danych demograficznych pacjenta i rodzaju bada-

” Za cenę jednego aparatu cyfrowego *direct radiography* można optymalnie ucyfrowić cały zakład diagnostyki obrazowej, z 3 gabinetami RTG, MR, CT i kilkoma USG ”

### Cyfrowa terminologia

Terminy, które pojawiają się w artykule i na które na pewno można się natknąć czytając literaturę, bądź oferty na rozwiązania w zakresie ucyfrowienia – informatyzacji zakładów diagnostyki obrazowej (dalej zwanych w skrócie ZDO):

Dicom (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) – międzynarodowy standard przesyłania, wydruku i zapisu obrazów medycznych

*Dicom Modality Worklist* – dicomowska lista robocza: lista pacjentów do zbadania ze wskazanym rodzajem urządzenia diagnostycznego, statusu badania (wykonane, zamknięte, opisane czy nie), unikalnym numerem badania który umożliwi *sklejenie* opisu z obrazem w systemie archiwizacji PACS (patrz opis poniżej)

Lista taka powinna bezwzględnie być generowana przez system informatyczny RIS (patrz opis poniżej)

RIS – skrót od angielskiego określenia *Radiology Information System* czyli dedykowane, specjalistyczne oprogramowanie dla ZDO.

Jego podstawowe funkcje to:

- planowanie (zapisywanie) badań na różne rodzaje urządzeń diagnostycznych,
- wpisywanie danych pacjenta (lub ich import z innych systemów informatycznych, np. HIS),
- generowanie opisów badań,
- statystyki zużycia materiałów eksploatacyjnych,
- informacja o osobach wykonujących badanie,
- informacje o pacjencie,
- generowanie informacji dla systemu księgowego,
- generowanie różnorodnych raportów,
- generowanie dicomowskiej listy roboczej.

HIS – skrót od angielskiego określenia *Hospital Information System* – system informatyczny szpitala

PACS – skrót od angielskiego *Picture Archiving Communication System* – program wraz ze sprzętem do archiwizacji obrazów medycznych i zarządzania informacją o miejscu *składowania* danego obrazu

HL7 – protokół komunikacyjny wymiany informacji pomiędzy różnymi rodzajami systemów informatycznych w szpitalu

Serwer WEB – serwer dystrybucji sieciowej obrazów (idealnie – również opisów) – tylko w znaczeniu używanym w niniejszym artykule!!

- nia z komputerem i oprogramowaniem dla technika, z kolorowym niediagnostycznym monitorem LCD,
- lekarską stacją diagnostyczno-opisową wyposażoną w dwa monitory diagnostyczne czarno-białe, pionowe, o rozdzielczości 2 megapikseli plus trzeci monitor do wyświetlania danych z systemu RIS i do tworzenia opisu badania,
- jednoformatową suchą kamerę cyfrową.

**Cena – ok. 90 tys. euro.**

Zalety zestawu:

- wyeliminowanie mokrego procesu,
- obraz cyfrowy w formacie Dicom i możliwość wydruku na błonie,
- zaferowana stacja diagnostyczna umożliwia zgodną z prawem diagnostykę bezfilmową (powinna być wyposażona w narzędzia i oprogramowanie do kalibracji monitorów diagnostycznych!).

Wady zestawu:

- drukarka jest jednoformatowa. Brak możliwości wydruku na mniejszych formatach filmu (dostępny tylko 35x43) powoduje konieczność wydruku badania w tym formacie lub, jeśli chce się minimalizować koszty – cięcia filmu (można na nim umieścić wiele rentgenogramów, nawet różnych pacjentów),
- brak systemu informatycznego RIS uniemożliwia zarządzanie informacją o pacjencie, narzuca konieczność wielokrotnego wprowadzania danych pacjenta, uniemożliwia spójną i zintegrowaną z cyfrowo zapisanymi obrazami archiwizację wyników badań, statystyki, przeszukiwanie bazy danych pacjentów, generowanie automatycznych zestawień zużycia i śledzenie błędów,
- bez systemu archiwizacji obrazów PACS: brak archiwum na potrzeby zakładu i brak możliwości wydawania pacjentom badań na płytkach CD-rom,

- brak serwera WEB uniemożliwia dostarczenie cyfrowego obrazu i opisu do lekarzy klinicystów na terenie zakładu i poza nim.

Niektóre inne spotykane konfiguracje:

## 2. Zestaw podstawowy i dodatkowo systemem archiwizacji PACS:

Zapewnia dodatkowo:

- możliwość archiwizacji obrazów medycznych na potrzeby ZDO w formacie Dicom,
- możliwość wydawania wyników (obrazów) dla pacjentów i lekarzy kierujących na płytkach CR-rom (na płycie CD, którą otrzymuje pacjent powinno bezwzględnie znaleźć się oprogramowanie umożliwiające otwarcie badań na każdym przeciętnym PC z systemem operacyjnym przynajmniej Windows 98, bez konieczności dostępu do Internetu).

**Cena – ok. 120 tys. euro.**

Wady:

- drukarka jest jednoformatowa,
- brak systemu informatycznego RIS,
- brak serwera WEB.

## 3. Zestaw podstawowy i dodatkowo system RIS:

- najmniejsza możliwa do rozważenia konfiguracja dla RIS w małym ZDO to serwer i minimum 2 (lub – jeżeli oprogramowanie RIS nie jest zintegrowane ze stacją diagnostyczną – 3) stanowiska komputerowe z oprogramowaniem użytkownika końcowego systemu (rejestracja, stanowisko technika oraz lekarska stacja diagnostyczna) – zwykle stanowisk i wymaganych licencji RIS jest więcej.

Wady:

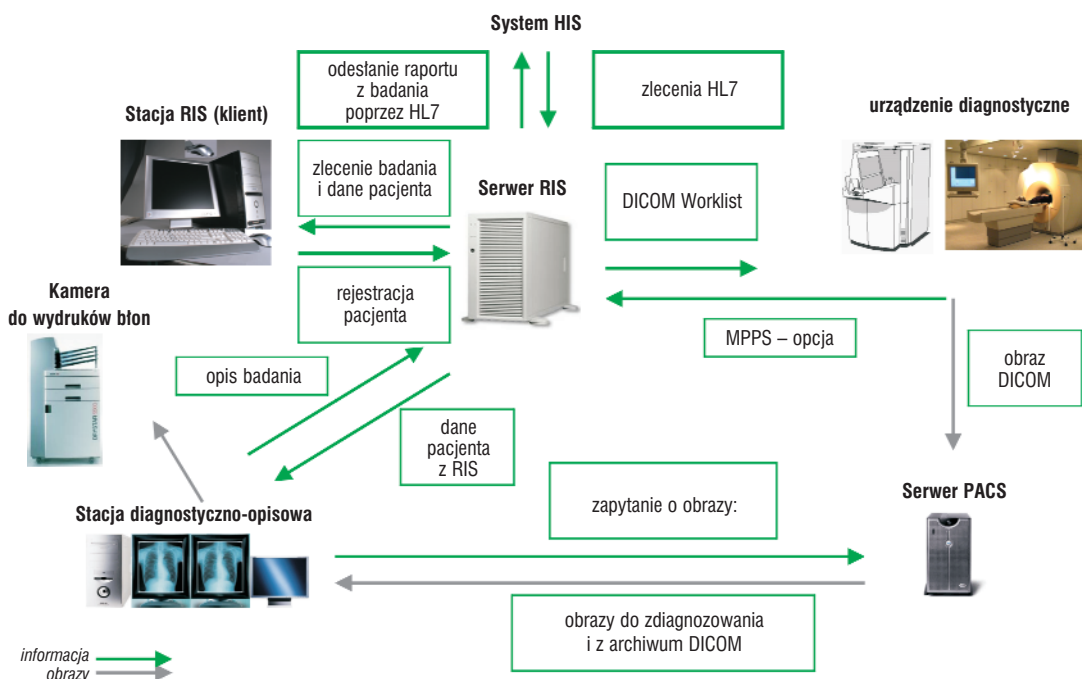
- drukarka jest jednoformatowa,

## Minister w monitorze

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 25 sierpnia 2005 r. *W sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej* (DzU z 6 października 2005 r.), zał. nr 8, punkt 5.

Rozporządzenie wprowadziło obligatoryjny obowiązek oceny cyfrowych obrazów rentgenodiagnostycznych ze stacji wyposażonej w co najmniej 2 monitory diagnostyczne pionowe, monochromatyczne, o rozdzielczości co najmniej 2 megapikseli, jako wersję podstawową czyli absolutne minimum jakie można przyjąć.

## Koncepcja współpracy urządzeń diagnostycznych z systemem HIS, RIS, PACS i stacją diagnostyczną



- brak systemu archiwizacji obrazów PACS na potrzeby zakładu,
- brak możliwości wydawania pacjentom badań na płytках CD-rom,
- brak serwera WEB.

Cena – ok. 115 tys. euro.

#### 4. Zestaw podstawowy i serwer obrazowy WEB:

- serwer dystrybucji obrazów WEB akceptuje wszelkie obrazy w formacie Dicom (TK, MT, USG, endoskopia itp.), umożliwia przechowywanie i dostęp do obrazów (oraz – optymalnie – opisów utworzonych w systemie RIS) wszystkim uprawnionym użytkownikom wewnętrznej sieci szpitalnej oraz uprawnionym użytkownikom spoza zakładu (np. lekarzom kierującym). Jest to niezbędny składnik systemu bezfilmowego, zarówno w ZDO świadczącym usługi dla odbiorców wewnętrznych (np. szpital z klinikami), jak również zewnętrznych (np. zakład diagnostyczny obsługujący lekarzy rodzinnych).
- Serwer obrazowy WEB umożliwia wyeliminowanie z obiegu wewnątrzszpitalnego drogiego filmu do drukarek cyfrowych stosowa-

nego również w badaniach TK i MR. Wszelkie obrazy stają się dostępne dla wszystkich komputerów podłączonych do sieci szpitalnej.

#### Wady:

- drukarka jest jednoformatowa,
- brak systemu informatycznego RIS,
- brak systemu archiwizacji obrazów PACS na potrzeby zakładu,
- brak możliwości wydawania pacjentom badań na płytках CD-rom.

Cena – ok. 125 tys. euro.

Na koniec – konfiguracja optymalna: czyli zestaw podstawowy (ale z suchą cyfrową kamerą wieloformatową zamiast jednoformatowej), z systemem RIS, systemem PACS i serwerem obrazowym WEB.

#### Zalety:

- wyeliminowanie mokrego procesu,
- obraz cyfrowy w formacie Dicom i na błonie,
- możliwość wydruku na różnych wielkościach błon, od formatu 20x25 do 35x43, oszczędność błon,
- system PACS umożliwia archiwizację badań na potrzeby ZDO i wydawania pa-

- cjentom płytek CD-rom z nagranyymi obrazami oraz z samorozpakowującym się programem do przeglądania obrazów na dowolnym komputerze PC,
- system RIS umożliwia m.in. zaimportowanie danych pacjenta z systemu informacyjnego szpitala HIS poprzez standardowy protokół komunikacyjny HL 7, rejestrację pacjenta, generuje listę badań, umożliwia planowanie, prowadzi statystykę zużycia i umożliwia nadzór nad programem kontroli jakości, eliminuje konieczność wielokrotnego wprowadzania danych pacjentów, a w połączeniu z systemem PACS umożliwia zintegrowaną archiwizację badań obrazowych oraz opisów,
  - serwer dystrybucji obrazów WEB umożliwia przechowywanie i dostęp do obrazów (oraz – przy właściwej integracji systemów – opisów utworzonych w systemie RIS) wszystkim uprawnionym użytkownikom wewnętrznej sieci szpitalnej oraz innym uprawnionym użytkownikom spoza szpitala (np. lekarzom kierującym, konsultantom),
  - serwer obrazowy WEB umożliwia wyeliminowanie z obiegu wewnątrzszpitalnego drogiego filmu do drukarek cyfrowych przy badaniach TK i MR. Wszelkie obrazy oraz opisy stają się dostępne co najmniej dla wszystkich podłączonych do sieci szpitalnej uprawnionych użytkowników.
  - integracja systemu RIS i PACS na stacji roboczej lekarza czyli funkcja zapewniająca, że otwarcie na monitorze RIS opisu

wykonanego badania wyświetla obraz lub ich serię na monitorach diagnostycznych i na odwrót, a otwarcie nieopisanego obrazu wyświetla na monitorze RIS okno opisowe z danymi demograficznymi danego pacjenta i zdefiniowane dla danego badania oraz umożliwiającą wykonywanie opisów i manipulowanie obrazami za pomocą jednej klawiatury i myszy.

Wada:

- największy koszt inwestycyjny.

Cena ok. 230 tys. euro.

#### **Komentarz**

Konfiguracja jest optymalna. Stwarza perspektywnie możliwość całkowitej eliminacji filmu jako nośnika informacji diagnostycznej oraz jako nośnika archiwizacyjnego, umożliwia logiczną i płynną diagnostykę, umożliwia zintegrowane zarządzanie informacją diagnostyczną o pacjencie, pełen nadzór nad jakością badań, zużyciem materiałów eksploatacyjnych. Zastosowanie serwera obrazowego WEB eliminuje potrzebę wydruków obrazów rentgenograficznych na wewnętrzne potrzeby szpitala, umożliwia skokową redukcję zużycia drogiego filmu do TK i MR w obiegu wewnątrzszpitalnym, umożliwia konsultację badania z wybranym specjalistą spoza szpitala poprzez Internet.

*Autor jest dyrektorem  
Działu Medycznego Agfa Sp. z o.o.*