



Ucyfrowienie zakoładu radiologii

– doświadczenia własne

dr n. med. Małgorzata Wieczorek

Nowe prawo atomowe nakłada na jednostki służby zdrowia obowiązek wprowadzenia zmian w zakładach posługujących się w swej pracy promieniowaniem jonizującym. Przy tej okazji wiele szpitali i przychodni decyduje się na przejście z systemu analogowego na cyfrowy. Zakład Radiologii Instytutu Reumatologii został w pełni ucyfrowiony jako jeden z pierwszych w Polsce. Pragnę podzielić się z państwem tym doświadczeniem i przemyśleniami na temat przeprowadzonych zmian.

Ucyfrowienie zakładu – przez przypadek zaczęło się od RIS-a. Zaprzyjaźniona firma informatyczna zwróciła się z prośbą o przetestowanie jej nowego produktu – radiologicznego informatycznego systemu (RIS). Jednego dnia wprowadziliśmy nowy system:

- do planowania badań w pracowni USG i RTG (przedtem pacjenci byli zapisywani ręcznie – w zeszytach),
- do rejestrowania chorych i badań oraz tworzenia kolejki badań w danym dniu,
- do opisywania badań RTG (zastępując opisywanie na maszynie do pisania),
- oraz do opisywania badań USG (zastępując dotychczasowy program służący jedynie do opisywania badań i archiwizowania opisów, bez modułu zapisów i planowania badań).

Program zainstalowano na 5 komputerach.

Zakład dysponował wtedy 3 aparatami RTG i 2 USG. Zdjęcia wykonywane były na błonach RTG i wywoływane w mokrej ciemni.

Współpraca ze wspomnianą firmą była owocna dla obu stron. My zgłaszaliśmy swoje uwagi, które firma uwzględniała, jednocześnie dokonywane były zmiany, które należałoby określić jako kastomizację.

W planach mieliśmy ucyfrowienie radiografii. Firmy wstawiały swoje systemy na próby

i wtedy okazało się, że główną barierą dla techników było... posługiwanie się myszką komputerową. Dlatego ważnym się stało wprowadzenie dodatkowego komputera, w którym technicy wpisywaliby wykonanie badania: liczbę ekspozycji i zużycie błon. W ten sposób również ich praca była objęta systemem, a oni mieli okazję zapoznać się z programem.

RIS umożliwił prowadzenie statystyki wykonanych badań, ekspozycji, zużycia materiałów, a także pracy wykonanej przez poszczególnych członków zespołu. Wprowadzenie RIS-u stało się wstępem do ucyfrowienia zakładu.

W czasie prób działania różnych systemów istotna okazała się próba integracji systemu z działającym w zakładzie RIS-em. Komunikacja między jednym i drugim systemem powinna być w obie strony: po wyszukaniu pacjenta w RIS-ie po użyciu klawisza skrótu – automatycznie powinny się wyświetlić na monitorze zdjęcia lub też – po wyszukaniu odpowiednich zdjęć na monitorze diagnostycznym i użyciu skrótu pojawić się powinno okno opisowe na monitorze z RIS-em. Możliwość korzystania z różnych ścieżek poszukiwania badania jest cenna, przyspiesza pracę radiologa.

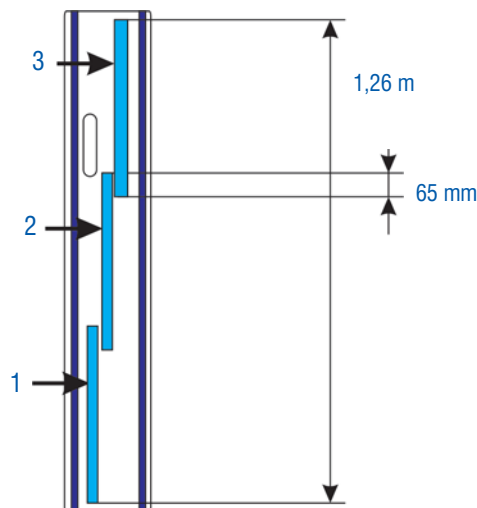
Przed przystąpieniem ostatecznie do przetargu przeanalizowaliśmy potrzeby zakładu i zapotrzebowanie klinik na badania.

W zakładzie radiologii, poza zużytymi aparatami RTG, przeznaczonymi do kasacji, był dobrze działający aparat kostny, z dopiero co wymienioną lampą rentgenowską. W planach było zakupienie aparatu typu telekomando. Podjęcie decyzji o zakupie trzeciego – cyfrowego aparatu byłoby błędem. Wiązałoby się to z kosztownym utrzymywaniem 2 systemów: analogowego – z mokrą ciemnią i z niezbędnymi narzędziami do prowadzenia kontroli jakości oraz cyfrowego: ze stacją opisową i z drukarką do filmów. Dlatego podjęta została decyzja o zakupie analogowych aparatów RTG z systemem ucyfrowiającym wszystkie aparaty rentgenowskie, również wcześniej posiadane w zakładzie. W ten sposób można było otrzymać cyfrowe, wysokiej jakości obrazy, również z 27-letniego aparatu TUR, jednocześnie eliminując problem niebezpiecznych odpadów i zakupu sprzętu (sensy- i densytometru) do kontroli jakości niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania ciemni.

W Instytucie Reumatologii od ponad roku wykonywaliśmy badania RTG rąk i stóp u chorych wczesnej fazy rzs lub z podejrzeniem rzs – na filmach mammograficznych – o wysokiej rozdzielczości. W ten sposób zwiększyliśmy możliwość wykrycia bardzo wczesnych zmian. Intencją naszą było zachowanie wypracowanych standardów. Dlatego szukaliśmy rozwiązania, które dysponuje płytami o wysokiej rozdzielczości, takiej samej, którą stosuje się w mammografii. W Instytucie jest Zakład Rehabilitacji oraz Klinika Reumoortopedii i Spondyloneurochirurgii i Neurologii. Dla ich pacjentów zaplanowano zakup zastawu do zdjęć całego kręgosłupa i całych nóg. Jest to ścianka do zdjęć na stojąco, do której wkłada się 3 kasety w wymiarze 35x43 (ryc. 1.). Pod odpowiednim ustawieniu lampy i ścianki wykonuje się jedną ekspozycję (ryc. 2.). Do systemu, po wykonaniu ekspozycji, a przed skanowaniem kaset, zaznacza się rodzaj badania – program sam skleja obraz: na 1 zdjęciu widoczny jest cały obiekt badany (ryc. 3a. i 3b.). Na stacji diagnostycznej można przeprowadzić niezbędne pomiary odległości i kątów, pomocne w programowaniu zabiegu lub rehabilitacji.

Na system cyfrowy (CR) składa się:

1. Kasetę z płytą fosforową (CR).



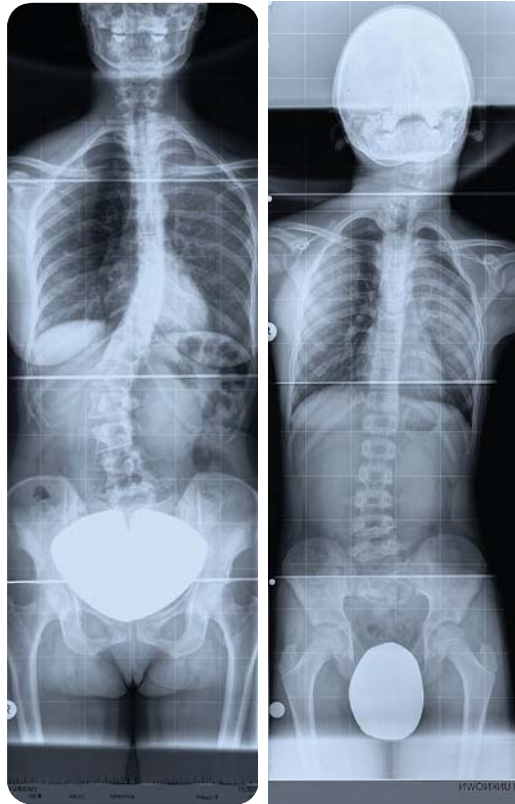
Ryc. 1. Stojak do zdjęć FL-FS (całe nogi – cały kręgosłup) – boczny przekrój. Do stojaka wkłada się 2 lub 3 specjalnie oznakowane kasety 35 x 43

2. Stacja technika ze stanowiskiem do identyfikacji kaset.
3. Skaner płyt fosforowych.
4. Diagnostyczna stacja opisowa z przynajmniej dwoma, o wysokiej jasności monitorami i o rozdzielczości minimum 2 megapixele (ryc. 4.).

Jednak niezbędnym dla funkcjonowania całości, poza RIS-em jest system archiwizujący obrazy (PACS: *Picture Archiving Communication System*) wraz z nagrywarką CD oraz drukarką do wydruku rentgenogramów na błonie.



Ryc. 2. Stojak do zdjęć FL-FS (całe nogi – cały kręgosłup) –po ustawieniu pacjenta wykonuje się jedną ekspozycję. Zapisane rentgenogramy na kasetach po zeskanowaniu skleja się przez program w jeden obraz



Ryc. 3a. i 3b. Automatycznie sklejone obrazy kręgosłupa. Badanie wykonane za pomocą stojaka FL-FS

Ponieważ Instytut Reumatologii posiada wewnętrzną sieć – pomyślano również o systemie do dystrybucji obrazów wraz z opisami w sieci.

Aparat RTG został wyposażony w system firmy Agfa, na który składają się:

1. Dwa skanery jednokasetowe CR 25.
2. Dwa stanowiska identyfikacji kaset.
3. Trzy stacje diagnostyczno-opisowe DS 1000, każda wyposażona w 2 pionowe, diagnostyczne monitory monochromatyczne 21" firmy Barco oraz monitor opisowy.
4. Program Musica do optymalizacji obrazu RTG oraz dedykowane oprogramowanie pediatryczne optymalizujące algorytmy obróbki obrazu dla wydzielonych grup wiekowych pacjentów, na stacji CR.
5. Drukarka: wieloformatowa, sucha kamera cyfrowa Drystar 5500.
6. Serwer dystrybucji obrazów cyfrowych i opisów WEB 1000.
7. Serwer PACS z nagrywarką DVD do tworzenia zakładowego archiwum

offline, z dodatkowym komputerem do nagrywania płyt CD dla pacjentów.

8. Dodatkowe stanowiska i licencje dla posiadanego już przez Zakład systemu RIS firmy Marcel oraz integracja z tym systemem.
9. Kasyety o rozdzielczości skanowania 100 mikronów do zwykłych badań rentgenodiagnostycznych oraz kasyety formatów 18x24 i 24x30, skanowane z rozdzielczością 50 mikronów (do badania rąk i stóp).
10. Stojak i program do tworzenia obrazów: *całe nogi – cały kręgosłup* (FLFS: *full leg-full spine*) o wymiarze do 35x124 cm.

Pod kątem systemu cyfrowego zaprojektowano pokój opisowy – miejsce, gdzie komputery i monitory pracują 24 godz./dobę, wydzielając dużo ciepła. Zainteresowanych odsyłam na stronę internetową PLTR: www.polradiologia.org/polish/nsprawy/radiografia_cyfrowa/sala.htm

Całość pracuje od marca 2006 r.

Początkowo, w związku z tym, że w zakładzie pozostało wiele filmów analogowych, planowane było równoległe działanie obu systemów – analogowego i cyfrowego – do czasu zużycia zapasów. Jednak już pierwszego dnia praca w nowym systemie okazała się zaskakująco łatwa. Technicy podkreślali, że program na stacji techników – w języku polskim, oparty na systemie Windows, jest bardzo prosty, a lekarze, że program na stacjach diagnostycznych jest intuicyjny i nauka obsługi wymaga jedynie krótkiego szkolenia. Nikt już nie chciał chodzić do ciemni, by wywoływać zdjęcia analogowe. Na szczęście firma zgodziła się zamienić filmy analogowe na filmy do suchej kamery cyfrowej.

W pierwszym tygodniu wykonano już 700 zdjęć w nowej technologii. Każda ekspozycja była udana – żadna nie wymagała powtórzenia z powodu złych warunków ekspozycji. Wynika to z dostępnych narzędzi obróbki komputerowej, umożliwiających korygowanie niedoświetlonych lub przeeksponowanych zdjęć. Od czasu ucyfrowienia nie wykonuje się również dodatkowych ekspozycji dla uzyskania *bardziej twardego* lub *bardziej miękkiego* zdjęcia dla oceny różnych struktur (przedmiotem zainteresowania u chorych reumatologicznych są nie tylko struktury kostne, ale i części miękk-



Ryc. 4. Opisowa stacja diagnostyczna z dwoma monitorami 2-megapikselowymi i jednym monitorem do RIS. Wszystkie monitory mają ustawione czarne tło, pokój opisowy jest zaciemniony, ściany pomalowane są na ciemny, matowy kolor. Z badań wynika, że nadmiar światła oraz światło odbite od powierzchni monitora w dużym stopniu zaburzają ocenę obrazów, a także powodują zmniejszenie kontrastu (1., 2.)

kie). Program Musica do obróbki zdjęć umożliwia ocenę tych struktur bez potrzeby następnej ekspozycji. Dzięki takiej możliwości oszczędzamy ok. 10 proc. zniszczonych przez złą ekspozycję zdjęć i ok. 3 proc. powtórek dla oceny innych struktur, co w przypadku naszego zakładu daje w sumie ok. 4500 zbędnych ekspozycji rocznie.

Do tej pory, w związku z zasadą, że badanie należy do chorego – wszystkie zdjęcia były wydawane pacjentom. Jeśli ginęły – niemożliwa była ocena porównawcza. W systemie cyfrowym każda ekspozycja jest archiwizowana – odtąd każde wykonane badanie jest do odtworzenia w każdej chwili. (Pomijam kluczowe znaczenie archiwizowania badań w formie cyfrowej, o wysokiej rozdzielczości w placówce naukowej – do prac porównawczych, do publikacji, czy wykładów.)

Obecnie, wraz z wypisem chory może otrzymać CD lub DVD z obrazami z wszystkich badań (RTG i USG), jakie miał wykonane w czasie hospitalizacji – całą dokumentację w formie cyfrowej – na jednej płycie, co pociąga za sobą kolejne oszczędności.

W naszej instytucji jest nowoczesna sieć komputerowa, dzięki której za pomocą programu WEB 1000 uzyskaliśmy *bezfilmową* obsługę pacjenta, jednocześnie mając pełną archiwizację danych. Klinicyści, korzystając

z przeglądarki internetowej, po zalogowaniu się do systemu mogą wyszukać np. wg nazwiska pacjenta odpowiednie badania. Wraz z oknem do oglądania zdjęć pojawia się pasek narzędzi – m.in. do zmiany jasności i/lub kontrastu, obracania obrazu, czy też powiększenia wybranych fragmentów. Dzięki pełnej integracji z RIS-em można ustawić opcję jednoczesnego wyświetlania zdjęć i ich opisów. Można również uruchomić tryb konferencyjny, w którym – po wywołaniu innego użytkownika można prowadzić telekonferencję na temat zdjęcia (zalogowane osoby widzą, np. strzałkę, której omawiający używa do pokazania elementów obrazu).

Pacjentom z filii Instytutu, które nie są objęte siecią drukowane są badania na filmach – w zmniejszonym formacie (klatka piersiowa na filmie 20x25 cm). Ich jakość jest bardzo dobra.

Reasumując:

Cyfrowa (lub ucyfrowiona) radiografia jest nowym i przyjemnym narzędziem w pracy radiologów i klinicystów. Ułatwia diagnostykę, umożliwia uzyskanie większej ilości informacji z jednej ekspozycji. Jednak, aby ucyfrowienie sprawdziło się, poza samym systemem do uzyskania zdjęć cyfrowych konieczne jest zintegrowane oprogramowanie RIS wraz z systemem archiwizującym obrazy: PACS. Prawdziwe oszczędności wynikają z mniejszej liczby powtórzeń z powodu nieudanej ekspozycji oraz z zaniechania drukowania zdjęć na filmach. Dlatego warto również pomyśleć o połączeniu poprzez Intranet z odbiorcami wyników i odpowiednim programie – tak, by klinicyści mogli na monitorach swoich komputerów obejrzeć zdjęcia wraz z opisami.

Zintegrowana praca wszystkich wymienionych elementów systemu spowodowała, że faktury za zużyte materiały są o połowę niższe, pomimo zwiększenia liczby badań, niż w analogicznym okresie ery analogowej.

Autorka jest kierownikiem Zakładu Radiologii w Instytucie Reumatologii w Warszawie

Piśmiennictwo

1. Flynn MF, Badano A. Image quality degradation by light scattering in display devices. *J Digit Imaging* 1999; 12:50-59.
2. Wang J, Langer S. A brief review of human perception factors in digital displays for picture archiving and communications systems. *J Digit Imaging* 1997; 10: 158-168.