



AGFA

Kontrola jakości w diagnostyce obrazowej – część 2.

Zmora personelu czy błogostawieństwo dla pacjenta?

Norbert Wasilewski

W poprzednim artykule przedstawiono ogólne uwagi na temat wdrażania programu zapewnienia jakości w Polsce. Artykuł zakończono pytaniem o dalsze losy PZJ, zwłaszcza po 1 stycznia 2007 r., kiedy minie ostateczny termin jego wdrożenia. Jedno jest prawie pewne – minister zdrowia nie zdąży przygotować odpowiedniego rozporządzenia, więc trzeba będzie bazować na opracowaniach z krajów Europy Zachodniej, często przygotowywanych wspólnie z Amerykańskim Stowarzyszeniem Fizyków Medycznych (AAPM).

Stosunkowo komfortową sytuację będą mieli użytkownicy cyfrowych systemów mammograficznych – już w listopadzie 2003 r. (aktualizowany w 2004 r.) ukazał się dodatek do trzeciego rozdziału europejskich wytycznych (www.euref.org), dotyczący wspomaganie jakości w mammograficznych badaniach przesiewowych, a nowa wersja wytycznych (2006) jest już dostępna. Jest duże prawdopodobieństwo, że dokument ten będzie podstawą do polskich regulacji prawnych, choć należy liczyć się z lobbieniem niemieckich producentów sprzętu do kontroli jakości (Niemcy mają własny, nieco odrębny od reszty Europy, zestaw procedur i fantomów do mammografii cyfrowej). Niewykluczone jest także, że UE do nowych Wytycznych wprowadzi jako standard nowy fantom DIGIMAM, opracowany przez Uniwersytet w Nijmegen i pokazany w czasie ECR'04 (producentem jest holenderska firma Artinis).

Według wspomnianych wytycznych europejskich, do codziennych i cotygodniowych testów prowadzonych przez personel pracowni, niezbędne jest jedynie posiadanie bloku z PMMA grubości 45 mm (rozmiaru stolika Bucky), dodatkowych 3 płyt z PMMA

grubości 20 mm i jednej 10 mm (tego samego rozmiaru), kompletu testów monitorów zgodnych z protokołem TG18, oraz fantomu cyfrowego (zalecany jest CDMAM firmy Artinis), a także przeznaczonej specjalnie do testów, referencyjnej kasety CR. Wspomniany blok PMMA 45 mm może być złożony z płyt mniejszej grubości, co dodatkowo obniża koszt wyposażenia.

Fizyk albo inżynier medyczny, który będzie wykonywał testy kwartalnie, co pół roku albo co rok, musi mieć nieco bogatsze wyposażenie, uzupełnione o dozymetr i kilowoltomierz (z zakresem mammograficznym), miernik czasu ekspozycji, miernik luminancji i iluminancji, densytometr do pomiarów punktowych, zestaw płytek aluminiowych do mierzenia warstwy połowiącej, test do pomiarów ogniska i odpowiedni statyw, klin aluminiowy, dynamometr tacowy, arkusz gumy łożniowej albo blachy łożniowej 1 mm, twardą gąbkę i zwijany przymiar.

Wytyczne bardzo starannie opisują wykonywanie każdego z testów, określają ich częstotliwość, wartości docelowe i limity. W internecie można znaleźć odpowiednio zmodyfikowane obrazy TG-18 (<http://decard.duhs.duke.edu/~samei/tg18.htm#>

_DOWNLOAD_THE_TG18) oraz referencyjne i przykładowe obrazy fantomu CDMAM, a także program do analizy obrazu fantomu. Użytkownicy systemów CR posługujący się językiem angielskim znajdują w wytycznych wystarczającą liczbę potrzebnych informacji, pozostali użytkownicy powinni szukać pomocy u dostawców sprzętu do radiografii cyfrowej.

Warto także zajrzeć na strony producentów monitorów diagnostycznych, zwłaszcza wiodących (np. *Why is Softcopy QA important* na stronie Barco).

Zdecydowanie twardszy orzech do zgryzienia będą mieli użytkownicy ogólnodiagnostycznych systemów CR, ponieważ nie wiadomo, na czyich opracowaniach oprą się polscy autorzy przygotowywanych przepisów. Nie wiadomo zresztą, kiedy owe przepisy się ukazały.

Użytkownicy ogólnodiagnostycznych systemów CR na pewno powinni prowadzić testy monitorów diagnostycznych zgodnie z procedurą AAPM – odpowiednie organizacje

dzenia kryształów luminoforu płyt, które mogą być pozostałością poprzedniego zdjęcia, albo efektem innego oddziaływania – promieniowania tła, podwyższonej temperatury, przypadkowego promieniowania jonizującego itp. Czyszczenie wykonuje się w skanerze płyt poleceniem *wyczyść (erase)* przynajmniej raz na dobę, a często nawet co kilka godzin. Na niewyczyszczonych płytach pojawia się *czarny szum*, który odczytany i wzmocniony przez system obrazowania powoduje zaziarnienie obrazu. Oczywiście, co jakiś czas, należy także fizycznie wyczyścić (umyć) płytę pamięciową.

Co tydzień przeszkolony technik radiologii (technolog) powinien obejrzyć wrywkowo obrazy z ostatnich dni, ocenić jakość obrazu na podstawie zdjęcia fantomu (polecany jest fantom TOR produkowany przez uniwersytet w Leeds) oraz ocenić obrazy pod kątem artefaktów.

Co miesiąc technicy radiologii powinni umyć płyty obrazowe i kasety, a technolog sprawdzić prawidłowość dawek (na podstawie

” Inne źródła przynoszą bardziej skomplikowane algorytmy postępowania z kontrolą jakości w CR, można niemal odnieść wrażenie, że specjaliści prześcigają się w komplikowaniu tego, stosunkowo prostego, choć czasem dosyć pracochłonnego zajęcia ”

europęjskie podpisały umowę o współpracy ze stroną amerykańską. (Pod podanym wyżej adresem internetowym, oprócz obrazów mammograficznych, są także wzorcowe obrazy płuc i kolana). Ale oprócz stacji diagnostycznych jest jeszcze wiele innych elementów łańcucha obrazowania, które należy poddawać testom w ramach PZJ.

Najprostszy sposób został przedstawiony w ubiegłym roku w *Biomedical Imaging and Intervention Journal* (www.bijj.org). Autor proponuje aby codziennie wykonywać jedynie oględziny składników systemu pod kątem uszkodzeń, testować przesyłanie obrazu i jego wygląd na monitorze (testem TG-18) oraz czyścić płyty obrazowe. (Tutaj należy wtrącić pewne wyjaśnienie: pod pojęciem czyszczenia płyt obrazowych należy rozumieć usunięcie wszelkich śladów wzbu-

parametrów skanowania) oraz ewentualnych innych odchyień od norm wykonywania zdjęć (na podstawie comiesięcznej analizy zdjęć odrzuconych).

Co pół roku (z czasem wystarczy co rok) fizyk medyczny powinien sprawdzić jakość obrazów i dawki pacjentów, wykonać testy podstawowe (bazowe). aby zaktualizować parametry i limity, oraz wspólnie z technologiem i lekarzem radiologiem przeprowadzić dogłębne analizy stosowanych dawek, liczby i przyczyn powtórzonych badań, ocenić awaryjność urządzeń i pracę serwisu, wreszcie ocenić realizację programu zapewnienia jakości.

Pozostałe testy kontrolne aparatury rentgenowskiej i systemu CR wykonują serwisy producentów wg własnych procedur, użytkownik musi jedynie posiadać kopie raportów serwisowych.

Inne źródła przynoszą bardziej skomplikowane algorytmy postępowania z kontrolą jakości w CR, można niemal odnieść wrażenie, że specjaliści prześcigają się w komplikowaniu tego, stosunkowo prostego, choć czasem dosyć pracochłonnego zajęcia. Istnieje jednak co najmniej kilka interesujących propozycji, z których godne polecenia są przyczynkowe publikacje w *Image Economics* (www.imagingeconomics.com) oraz bardzo dobrze opracowana propozycja ekspertów z KCARE (www.kcare.co.uk/Education/protocols.htm). Wszystkie te opracowania starają się uwzględnić odmiennosć sposobów prowadzenia testów w systemach różnych producentów, przy czym, tak jak i wcześniej omawiane wytyczne, ograniczają się zazwyczaj do *wielkiej trójki* (Agfa, Kodak, Fuji), jakby zapominając o istnieniu innych producentów CR, także tych sprzedawanych

przeprowadzać zgodnie z dotychczasowymi wytycznymi, podobnie jak wszelkie testy pracowniane nie dotyczące bezpośrednio łańcucha obrazowania (rejestracja, magazyny, skierowania itp). Pozostałe testy, dotyczące CR, PACS, RIS, WEB oraz stacji diagnostycznych i drukarek medycznych należy przeprowadzać wg wskazówek producentów. Najlepiej, aby dostawca tej części łańcucha obrazowania był jeden, ponieważ oferuje on zwykle spójny i dopracowany PZJ, a jego inżynierowie serwisowi, przy okazji okresowych przeglądów, przeprowadzają wiele testów, będących *sensu stricto* testami QC.

Przykładem może być propozycja firmy Agfa. Od wielu lat specjaliści tej firmy chętnie udzielają pomocy w zakresie kontroli jakości zarówno w przypadku systemów analogowych, jak i cyfrowych. Pomoc ta polega głównie na przekazaniu kompletnych

” Najczęstszym narzędziem do testów jakościowych są różnego typu fantomy.

Zaletą fantomów tzw. uniwersalnych jest możliwość używania ich z każdym systemem CR, a nawet porównywanie jakości obrazu tworzego w różnych systemach ”

obecnie pod szyldem amerykańskiego producenta. Chodzi zapewne o umocnienie istniejących standardów (we współpracy z AAPM, ACR, EUREF), ale może jest to subtelna sugestia dla kupujących.

Wykazany wyżej brak jednoznacznych zaleceń do kontroli jakości w pośredniej radiografii cyfrowej nie zwalnia jednak użytkowników od wdrażania PZJ. Brak ten należy zastąpić rozsądnym myśleniem i na razie samodzielnie zaadaptować przepisy zawarte w najnowszym rozporządzeniu MZ z 25 sierpnia 2005 r. Kontrola jakości, nawet nieco ułomna merytorycznie, lepsza jest od braku wszelkiej kontroli.

Ten brak jednoznacznych zaleceń nie jest wcale typowy dla naszego kraju – właściwie trudno znaleźć na świecie odpowiednio uszczegółowione przepisy prawne. Ale zawsze można sobie pomóc lekturą odpowiednich artykułów w branżowych pismach, albo na rozlicznych portalach internetowych.

Należy przyjąć założenie, że testy aparatury RTG (kolimacja, osiowość, napięcie lampy, dawka, AEC, kratka itp.) powinno się nadal

informacji na temat wymagań zawartych w PZJ i realizowana jest zasadniczo przez bezpośrednie kontakty z użytkownikiem. Użytkownik rozwiązań analogowych lub systemu CR staje się świadomym realizatorem PZJ, wspomaganym przez firmowego specjalistę lub inżyniera serwisowego.

Testy rutynowe, te codzienne i te wykonywane rzadziej, nie są trudne i mogą być robione przez przeszkolonych techników RTG, choć czasem rachunek ekonomiczny wskazuje na zlecenie części owej pracy (np. testów corocznych) zewnętrznym wykonawcom.

Najczęstszym narzędziem do testów jakościowych są różnego typu fantomy. Zaletą fantomów tzw. uniwersalnych jest możliwość używania ich z każdym systemem CR, a nawet porównywanie jakości obrazu tworzego w różnych systemach. Poważną wadą jest niedostosowanie do konkretnego rozwiązania radiografii cyfrowej i przez to niedostarczanie w odpowiedniej formie odpowiednich danych, co często uniemożliwia obiektywną ich analizę. Takie fantomy preferują wizualną, subiektywną ocenę obrazu, trudną do analizy

komputerowej i jednoznacznego określania przyczyn obniżonej jakości.

Niezależnie od stosowanego fantomu, kontrola jakości systemów cyfrowych opiera się na czterech podstawowych krokach:

- kalibracji systemu (jego elementów analogowych, cyfrowych, monitorów, drukarek itp.),
- jednej lub więcej ekspozycji płyt z użyciem fantomu,
- jednej lub więcej ekspozycji płyt obrazowych bez fantomu,
- interpretacji (przez człowieka albo przez komputer) wyników ekspozycji.

Kalibracja systemu jest najważniejszą częścią procesu testowania łańcucha obrazowania. Producenci zazwyczaj tworzą wartości referencyjne, kalibrując sprzęt i oprogramowanie w czasie instalacji albo przeglądów, a do obowiązków użytkownika należy kontrolowanie zgodności wyników testów rutynowych (codziennych, cotygodniowych itp.) z tymi wartościami referencyjnymi. Kalibrujący systemy specjaliści muszą brać pod uwagę publikowane wytyczne i zalecenia (UE, WHO itp.), a świadomy użytkownik powinien znać publikowane normy i limity, aby w odpowiednim czasie reagować na niepokojące odstępstwa. Dotyczy to zwłaszcza jakości obrazu (rozdzielczość wysokokontrastowa, kontrast graniczny, rozpiętość tonalna itp.) oraz fizycznych parametrów aparatu rtg (wysokie napięcie, wydajność lampy, dawka promieniowania itp.). Producenci, zwłaszcza europejscy, zwykle adaptują zalecenia i wytyczne opracowane przez kompetentne komisje do swoich programów zapewnienia jakości.

Pierwszy dostępny na rynku, wprowadzony ponad 10 lat temu, program Agfy (Auto QC) wykorzystuje dwa specjalizowane fantomy i odpowiednie oprogramowanie. Komputer na podstawie obrazów fantomów wylicza i prezentuje (liczbowo i graficznie) liniowość odpowiedzi na dawkę promieniowania, stosunek sygnału do szumu w aspekcie dawki, dynamikę akwizycji sygnału i czułość skanera, a także rozdzielczość przestrzenną, rozpiętość sygnału skanowania, błędy geometrii skanowania, nielinowość odczytu itp. Auto QC pozwala przeszkolonym technikom radiologii (technologom) albo fizykom medycznym całkowicie

zautomatyzować proces kontroli jakości w pośredniej radiografii cyfrowej.

Rozwój systemów CR, zwłaszcza ciągle poprawianie jakości pamięciowych płyt obrazowych, skanerów i oprogramowania, był natychmiast uwzględniany w kolejnej wersji programu Agfa Auto QC. Jednocześnie prowadzone były prace nad stworzeniem nowego, prostszego w użyciu systemu zapewnienia jakości. Efektem jest całkowicie nowy program QC2, wykorzystujący tylko jeden fantom. Istotne elementy tego fantomu są wykonane z hafnu i wolframu przy użyciu technologii CNC (*Computer Numerical Control*), z dokładnością do 10 mikrometrów. Zastosowane oprogramowanie posiada informacje na temat konkretnego fantomu (na podstawie numeru fabrycznego), wprowadza więc automatycznie niezbędne korekty obliczeniowe.

Przy pomocy programu QC2 można sprawdzić wszystkie istotne parametry systemu CR, przeprowadzić kontrole kaset z płytami obrazowymi, ocenić kolimację obrazu oraz jakość obrazu na monitorze. Wszystkie wyniki są komputerowo obrabiane, analizowane, raportowane i archiwizowane – program jest bardzo przyjazny i łatwy w stosowaniu.

Należy jednak pamiętać, że żaden program do wspomagania programu zapewnienia jakości nie zastępuje czuwającego nad jakością technologa, może mu jedynie nieco pomóc w niewątpliwie odpowiedzialnej pracy. Dlatego ponownie trzeba podkreślić ogromną rolę szkoleń zewnętrznych i wewnętrznych oraz dobrą współpracę ze specjalistami producenta w utrzymaniu wysokiej jakości badań obrazowych.

Systemy pośredniej radiografii cyfrowej (CR) pozwalają na uzyskiwanie znakomitych obrazów medycznych o jakości nie gorszej, niż wytwarzane przez systemy bezpośrednie (DR). Nic nie wskazuje, aby miały być zastąpione przez te drugie – istotny jest czynnik ekonomiczny oraz wygoda stosowania (zdjęcia przyłózkowe, niektóre ułożenia specjalne). Ale niezależnie od stosowanego systemu akwizycji obrazów rentgenowskich, rola będzie rola programów zapewnienia jakości, które stały się już nieodzownym fragmentem łańcucha obrazowania. I coraz cenniejsi będą pracownicy, którzy potrafią dbać o jakość swojej pracy. ■