

Maria Anna Staniszevska
Sylvia Papierz

MAMMOGRAFIA W ŁÓDZI – DAWKI DLA PACJENTEK A STAN APARATURY DIAGNOSTYCZNEJ

MAMMOGRAPHY IN ŁÓDŹ: DOSES RECEIVED BY PATIENTS AND CONDITION OF DIAGNOSTIC FACILITIES

Z Zakładu Ochrony Radiologicznej
Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi
Kierownik zakładu: prof. dr hab. J. Jankowski

STRESZCZENIE Mammografia jest od lat znaną i cenioną techniką rentgenodiagnostyczną, lecz przynosi ona korzyść jedynie wówczas, gdy jakość obrazu umożliwia poprawną diagnozę, a dawka otrzymana przy tym przez pacjentkę jest racjonalnie niska.

W pracy przedstawiono wyniki pomiarów dawek przeprowadzonych u pacjentek badanych 12 mammografami używanymi w łódzkich pracowniach. Pomiary wykonano przy użyciu dozymetrów termoluminescencyjnych, które umieszczane były bezpośrednio na piersi pacjentek podczas zdjęcia w projekcji kranio-kaudalnej. Pomimo, iż pomiary wykonywano jedynie u pacjentek o grubości piersi po uciśnięciu zbliżonej do 5 cm, co odpowiada standardowi przyjętemu dla fantomu akredytacyjnego, to i tak ekstremalne wartości dawek różniły się blisko 6-krotnie (od 4 do 23 mGy).

Dla 9 mammografów przeprowadzono ponadto testy kontroli jakości według protokołu zgodnego z zaleceniami Komisji Europejskiej, a opracowanego w Zakładzie Ochrony Radiologicznej Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi. Najczęściej stwierdzaną nieprawidłowością (w 7 na 9 mammografów) było niepoprawne działanie systemu automatycznej kontroli ekspozycji, zwłaszcza w odniesieniu do doboru ilości emitowanego promieniowania do grubości badanego obiektu. W sytuacji, gdy tzw. automatyczna opcja pracy jest wykorzystywana podczas ogromnej większości badań, może to oznaczać złą jakość obrazu lub zbyt wysoką dawkę otrzymaną przez pacjentkę, a nawet – nieprawidłową diagnozę.

Ponadto, dla 3 mammografów stwierdzono niezadowalającą jakość obrazu fantomu akredytacyjnego, co jest równoznaczne z niewystarczającą dobrą jakością obrazów klinicznych, a konkretnie – niewielką czytelnością szczegółów anatomicznych.

Zebrane wyniki wskazują, iż część badań mammograficznych wykonywana jest w sposób daleki od optymalnego. Jednak realna poprawa tego stanu rzeczy jest uwarunkowana prowadzeniem permanentnego nadzoru w zakresie kontroli jakości oraz – co ważniejsze – realizacją działań naprawczych, których konieczność stwierdzona została podczas badań jakości. Med. Pr. 2002, 53, 4, 307–310

SŁOWA KLUCZOWE: mammografia, jakość obrazu, dawki, pacjentki

ABSTRACT Mammography is a radiodiagnostic technique that has been long recognized and highly praised, nevertheless it should be remembered that it is beneficial only if the X-ray picture quality ensures correct diagnosis and the dose received by patients is reasonably low.

The authors present the results of dose measurements in patients. The study covered 12 mammographs used in the Łódź radiological laboratories. Thermoluminescent dosimeters placed directly on the patient's breast during the examination in crano-caudal projection were used for dose measurements. Although the measurements were taken only in patients with the compressed breast thickness close to 5 cm – a standard adopted for accreditation phantom – a sixfold difference between extreme dose values was observed (ranging from 4 to 24 mGy).

Nine mammographs were also tested for quality control according to the protocol consistent with the recommendations of the European Commission, and elaborated by the Department of Radiological Protection of the Nofer Institute of Occupational Medicine in Łódź. An improper functioning of the automatic exposure control, especially with respect to the selection of the amount of emitted radiation in relation to the thickness of the object examined, was found to be the most frequent defect (in 7 of the 9 mammographs). Regarding that so called automatic option of the apparatus is used in a large majority of examinations, this may denote poor picture quality or too high dose received by patients, and even wrong diagnosis.

In addition, the unsatisfactory quality of accredited phantom picture was found in three mammographs, which was equal to rather poor quality of clinical picture, and consequently a very limited legibility of anatomic details.

The results of the measurements show that a certain part of mammographic examinations is performed in a way far from being perfect. But an actual improvement of the present situation depends on ensuring permanent quality control and, even more important, on providing funds necessary to cover all costs involved in remedial interventions. Med. Pr. 2002, 53, 4, 307–310

KEY WORDS: mammography, image-quality, doses, patients

WSTĘP

Mammografia jest specyficzną techniką przewidzianą do obrazowania tkanek miękkich. Obecnie używane mammografy wykorzystują do tego celu promieniowanie rentgenowskie (rtg) o stosunkowo wąskim zakresie niskich energii. Chociaż stosowany bywa również cyfrowy zapis obrazu, to jednak przeważająca większość badań rejestrowana jest na filmach rtg, których rodzaj dostosowany jest do używanego promieniowania.

Cały proces obrazowania w mammografii daje optymalne rezultaty jedynie w szczególnych warunkach, tj. gdy ilość i energetyczna charakterystyka promieniowania rtg oraz jakość materiałów fotograficznych są odpowiednio do siebie dobrane. W praktyce oznacza to, że jakiś obraz – często nawet wyraźny i pozornie ostry – powstanie podczas mammografii prawie zawsze; problem polega na tym, iż obraz ten

może być pozbawiony wielu istotnych szczegółów anatomicznych (np. drobnych patologicznych struktur), natomiast mogą być widoczne artefakty wynikające ze złej jakości używanych materiałów, często bardzo podobne do struktur anatomicznych.

Innymi słowy – mammografia przynosi korzyść jedynie wówczas, gdy jakość obrazu umożliwia poprawną diagnozę, a dawka otrzymana przy tym przez pacjentkę jest racjonalnie niska.

Znaczne zróżnicowanie dawek otrzymywanych przez pacjentki obserwowane jest w krajach, gdzie od lat prowadzony jest nadzór nad jakością procedur diagnostycznych (1). Należy jednak podkreślić, iż fałszywie negatywny wynik mammografii może być przyczyną zwłoki w podjęciu leczenia, co w konsekwencji zmniejsza szansę wyleczenia pacjen-



tki. Dlatego też poprawność obrazowania ma decydujące znaczenie dla diagnostycznej wartości mammografii.

W ramach zadań statutowych Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi dla większości mammografów używanych w łódzkich pracowniach przeprowadzono badania z zakresu kontroli jakości wraz z pomiarami dozymetrycznymi wśród pacjentek.

W niniejszej pracy przedstawiono i omówiono rezultaty tych badań.

MATERIAŁ I METODY

W Zakładzie Ochrony Radiologicznej Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi opracowano protokół kontroli jakości uwzględniający parametry ekspozycji najbardziej wpływające na poziom dawek oraz na jakość obrazu. Dla każdego z tych parametrów w protokole tym określono poziom interwencyjny, tj. granice dopuszczalnego zakresu zmienności, którego przekroczenie oznacza nieprawidłowość wymagającą skorygowania przez odpowiednie służby serwisowe.

Protokół ten obejmuje:

1) kontrolę napięcia na lampie rtg pod względem zgodności z nastawieniem i powtarzalności w kolejnych ekspozycjach,

2) ocenę grubości warstwy połówkowego osłabienia (HVL), która w zestawieniu z wartością napięcia decyduje o energetycznej charakterystyce wiązki promieniowania,

3) kontrolę poprawności działania układu automatycznej kontroli ekspozycji (AEC), w tym:

- kompensację wartości napięcia,
- kompensację grubości badanego obiektu,
- powtarzalność doboru warunków,

4) kontrolę podstawowych elementów mammografu, decydujących o możliwości tworzenia artefaktów obrazu, tj.:

- równomierność nacisku płyty uciskającej pierś podczas ekspozycji,
- poprawność przylegania folii wzmacniającej do ścian kasety zdjęciowej,

5) kontrolę dawek mierzonych na powierzchni fantomu akredytacyjnego (odpowiadającego piersi o standardowej grubości i gęstości),

6) ocenę poprawności wizualizacji struktur fantomu akredytacyjnego imitujących występujące w gruczole piersiowym struktury włókniste, mikrozwapnienia i masy guzowate.

Metodyka pomiarów przewidzianych w omawianym protokole kontrolnym oraz zastosowane kryteria oceny wyników są zgodne z zaleceniami Komisji Europejskiej (2).

Niezależnie od omówionych wyżej testów kontroli jakości przeprowadzono pomiary dawek powierzchniowych u pacjentek, podczas wykonywania mammografii. Wykorzystano w tym celu dozymetry termoluminescencyjne z fluorku litu (typ MTS-N, prod. IFJ w Krakowie). Dawkomierze te zostały uprzednio poddane kalibracji promieniowaniem X o odpowiedniej charakterystyce energetycznej, w następstwie której wyznaczono współczynnik określający zależność dawki od liczby zliczeń zarejestrowanej przez czy-

tnik. Odpowiednio przygotowane dawkomierze pakowane były w cienką i elastyczną folię poliwinylową, po 5 sztuk w jednym zestawie pomiarowym, który znakowany był numerem identyfikacyjnym. Zestaw taki umieszczany był tuż przed rozpoczęciem ekspozycji na piersi pacjentki (w lewym górnym kwadrancie) i zdejmowany natychmiast po jej zakończeniu. Pomiary przeprowadzane były podczas projekcji CC (kranio-kaudalnej) prawej piersi. Odczyt naświetlonych dawkomierzy odbywał się natychmiast po dokonaniu ekspozycji.

Dla ekspozycji każdej z pacjentek rejestrowano parametry ekspozycji (napięcie, iloczyn natężenia prądu anodowego i czasu ekspozycji) oraz grubość piersi po jej uciśnięciu płytą dociskową mammografu.

Ze względu na standaryzację wyników do pomiarów wybierano pacjentki o grubości piersi od 4 cm do 6 cm (Fantom akredytacyjny używany w mammografii odpowiada piersi o średniej grubości 5 cm).

WYNIKI

Pomiary dozymetryczne przeprowadzono dla 109 pacjentek badanych 12 mammografami aktualnie używanymi w łódzkich pracowniach. Wyniki pomiarów zaprezentowano w tabeli I.

Dla wyjaśnienia przyczyn znacznego zróżnicowania dawek otrzymywanych przez pacjentki (pomimo ich starannego doboru pod względem grubości piersi), przeprowadzone zostały badania kontroli jakości dla 9 mammografów, których wyniki przedstawiono w tabeli II.

Wśród skontrolowanych aparatów nie było ani jednego spełniającego wszystkie kryteria jakości!

Warunkiem najtrudniejszym do spełnienia okazało się poprawne działanie automatycznego doboru natężenia wiązki promieniowania do grubości badanego obiektu (tabela II: AEC – kompensacja grubości): na 9 skontrolowanych aparatów zaledwie jeden reagował poprawnie, natomiast cztery inne wykazały wielokrotne przekroczenie przyjętego zakresu tolerancji. Niewiele lepiej działała kompensacja wartości napięcia w systemie automatycznego doboru natężenia wiązki (AEC): tylko jeden mammograf działał poprawnie, a trzy kolejne wykazały jedynie niewielkie przekroczenie przyjętego zakresu tolerancji. Wartość nastawionego napięcia zgadzała się z wartością rzeczywistą zaledwie dla dwóch aparatów, a trzeci wykazywał niewielkie odstępstwa.

Kontrola losowo wybranych kaset w sprawdzanych pracowniach wykazała, iż zaledwie w trzech pracowniach przyleganie folii wzmacniających i filmów było odpowiednie, co gwarantowało brak artefaktów w postaci zaciemnień na zdjęciach.

Odpowiednią jakość obrazu fantomu akredytacyjnego stwierdzono dla sześciu mammografów, a siódmy niewiele odbiegał od przyjętego zakresu akceptowalności. Rezultat ten oznacza, iż jedynie 6 na 9 skontrolowanych mammografów gwarantuje wizualizację szczegółów anatomicznych, umożliwiającą poprawną diagnozę.



Tabela I. Wyniki pomiarów dozymetrycznych**Table I.** Dosimetric results

Mammograf Mammograph	Liczba pacjentek objętych pomiarami Number of patients in the measurements	Średnia grubość piersi w badanej grupie Mean thickness of breast in the patient group cm	Materiały fotograficzne (filmy, folie wzmacniające, kasety) Photographic materials (films, intensifying screens, cassettes)	Średnia dawka powierzchniowa w badanej grupie Mean surface dose in the patient group mGy
PHILIPS UC (I)	10	5,15 ± 0,58	KONICA/KODAK	17,36 ± 6,75
ELSCINT GLORY (I)	8	5,61 ± 0,54	KONICA/AGFA	8,44 ± 3,64
MAMEX DC	6	4,54 ± 0,95	KONICA/KODAK	4,72 ± 2,32
ALPHA RT (I)	11	5,00 ± 0,71	AGFA/AGFA	9,73 ± 3,34
PHILIPS*	8	5,03 ± 0,97	KONICA/KODAK	22,65 ± 7,28
ALPHA RT (II)	11	4,77 ± 0,65	AGFA/AGFA	5,26 ± 1,17
ELSCINT GLORY (II)	11	4,90 ± 0,71	KODAK/AGFA	4,37 ± 2,51
BENNETT (I)	8	5,51 ± 0,45	KODAK/KODAK	7,72 ± 2,40
PHILIPS BC	10	4,55 ± 0,80	AGFA/AGFA	7,70 ± 2,70
PHILIPS UC (II)	8	5,43 ± 0,89	AGFA/AGFA	10,90 ± 5,4
BENNETT (II)	8	5,22 ± 0,46	AGFA/AGFA	8,40 ± 3,40
ALPHA III	10	5,30 ± 0,89	KONICA/AGFA	8,32 ± 4,91

* Mammograf pracuje przy stałym napięciu i natężeniu prądu anodowego.

* Mammographic unit working with constant values of voltage and anode current.

Tabela II. Zestawienie wyników testów kontroli jakości i rezultatów pomiarów dozymetrycznych dla badanych mammografów**Table II.** The results of quality control tests and dose measurements for the controlled mammographic units

Elementy kontroli Elements of the control	Kontrolowany mammograf Mammographic unit								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Napięcie – dokładność ustawienia Accuracy of voltage settings	+	-	-	-	-	+	-	-	~ -
Napięcie – powtarzalność ustawienia Repeatability of voltage settings	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Warstwa połówkowego osłabienia Half value layer (HVL)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AEC – kompensacja wartości napięcia AEC – voltage compensation	-	+	-	-	-(!)	~ -	~ -	-	~ -
AEC – kompensacja grubości obiektu AEC – thickness of object compensation	+	-(!)	-	-	-(!)	-(!)	-	-(!)	-
AEC – powtarzalność ekspozycji AEC – exposure repeatability	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Równomierność ekspozycji (dawka dla standardowego obiektu) Repeatability of doses for standard object (accreditation phantom)	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Równomierność siły nacisku Uniformity of compression force	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Przyleganie filmu i folii w kasetach Film/screen contact	-	+	+	-	-	-	-	-	+
Jakość obrazu fantomu akredytacyjnego Image quality for accreditation phantom	-	+	+	-	+	+	+	+	~ -
Dawka powierzchniowa dla badanych pacjentek i współczynnik zmienności dawki (w %) Surface doses to examined patients and variation coefficient (in %)	5,3 22%	4,4 57%	8,3 34%	8,4 40%	7,7 35%	10,9 50%	8,3 59%	8,9 39%	7,8 42%

+ Spełnienie kryterium akceptowalności dla analizowanego parametru.

+ Criterion of acceptability is fulfilled for this parameter.

- Niespełnienie kryterium akceptowalności dla analizowanego parametru.

- Criterion of acceptability is not fulfilled for this parameter.

~ Niewielkie wykroczenie poza akceptowalny zakres wartości parametru.

~ Range of acceptability is slightly overcome for this parameter.

(!) Wielokrotne przekroczenie akceptowalnego zakresu wartości.

(!) Range of acceptability is heavy overcome for this parameter.



Wśród informacji zawartych w tabeli II zwraca uwagę wartość współczynnika zmienności dla dawek powierzchniowych, zmierzonych w grupie pacjentek badanych danym mammografem. Wysoka wartość tego współczynnika świadczy o niestabilnym poziomie natężenia wiązki promieniowania, czego niezależnym wskaźnikiem jest ocena działania systemu AEC; ilustrują to wyniki kontroli dla mammografów oznaczonych numerami 2, 6 i 7 (tabela II). Dawki zmierzone u pacjentek badanych mammografami 6 i 7 (najstarszymi w kontrolowanej grupie urządzeń) były najwyższe wśród 9 objętych badaniami kontroli jakości, w odróżnieniu od mammografu oznaczonego numerem 2, w przypadku którego dawki były najniższe.

WNIOSKI

Przedstawione wyniki badań upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

- dawki otrzymywane przez pacjentki badane różnymi mammografami wykazują znaczny rozrzut sięgający jednego rzędu wielkości – pomimo iż do pomiarów wybrane zostały pacjentki o standardowej grubości piersi po kompresji;
- żaden z dziewięciu kontrolowanych mammografów nie spełniał wszystkich kryteriów jakości;
- najczęstszą nieprawidłowością stwierdzaną podczas kontroli było niewłaściwe działanie opcji automatycznego doboru parametrów ekspozycji, która jest powszechnie używana przez techników wykonujących mammografię, jako znaczne uproszczenie pracy;
- odpowiednią jakość obrazu fantomu akredytacyjnego stwierdzono jedynie dla sześciu (spośród dziewięciu) mam-

mografów, co oznacza, iż jedna trzecia skontrolowanych urządzeń nie gwarantuje wizualizacji szczegółów anatomicznych umożliwiających poprawną diagnozę.

Należy podkreślić, iż sposób działania automatycznego doboru warunków ekspozycji (AEC) jest nieodłącznie związany z rodzajem używanych przy danym mammografie filmów, folii wzmacniających i kaset oraz ciemni fotograficznej. **Zmiana cech któregośkolwiek z wymienionych elementów rejestracji obrazu wymaga ponownej kalibracji systemu AEC.** Zaniechanie kalibracji grozi nieadekwatnością doboru warunków ekspozycji i wynikającym z niej pogorszeniem diagnostycznej wartości zdjęć. Stwierdzenie nieprawidłowego działania automatycznego doboru parametrów ekspozycji wymaga wykonania zdjęć obiektów testowych, których często brak jest w pracowniach. Rutynowe kontrole serwisu technicznego nie są w stanie wychwycić tej nieprawidłowości. Może ona natomiast mieć bardzo niekorzystny wpływ zarówno na narażenie pacjentek, jak i na jakość obrazu.

PIŚMIENNICTWO

1. Maccia C., Moores B.M., Wall B.F.: The 1991 CEC Trial on Quality Criteria for Diagnostic Images: Detailed Results and Findings. EUR 16635EN, EC 1997.
2. European Protocol on Dosimetry in Mammography. EUR 16263, EC 1996.

Adres autorów: Św. Teresy 8, 90-950 Łódź

e-mail: mastan@imp.lodz.pl

Nadesłano: 11.07.2002

Zatwierdzono: 29.07.2002

