

JAK OCENIĆ PRZYDATNOŚĆ MAMMOGRAFU W GABINECIE?

Rodzaje mammografów

RAK PIERSI JEST NAJCZĘŚCIEJ WYSTĘPUJĄCYM NOWOTWOREM ZŁOŚLIWYM WŚRÓD KOBIET W POLSCE. Najważniejszym czynnikiem wpływającym w istotny sposób na wyniki leczenia jest jak najwcześniejsze rozpoznanie choroby. Powszechnie stosowaną metodą diagnostyczną jest mammografia. Wykorzystuje ona zjawisko różnic w pochłanianiu promieniowania rentgenowskiego przez tkanki zdrowe oraz zagrożone nowotworem.

MAMMOGRAFIA A KLASYCZNE RTG

Klasyczna radiografia (RTG) pokazuje różnice między tkanką miękką a kośćmi. Specyficzne wymagania dotyczące mammografii wynikają z faktu, że obrazowana struktura anatomiczna składa się z tkanki tłuszczowej i miękkiej, które mają podobną gęstość. Dlatego potrzebna jest odpowiednia konstrukcja aparatury mammograficznej, aby uzyskać rozdzielczość znacznie większą niż w innych technikach rentgenowskich. W mammografii zastosowano kilkukrotnie niższe niż w klasycznym RTG napięcie na lampie rentgenowskiej. W zależności od cech indywidualnych badanych tkanek zalecane napięcie to 18-30 keV. Przykładowo, dla piersi o typowej w Europie grubości i składzie, dobrej jakości obrazy pozwala otrzymać promieniowanie charakterystyczne molibdenu o energii 17,4 keV i 19,6 keV. Przy klasycznym RTG napięcie lampy wynosi 300 keV, czyli jest blisko 10 razy większe.

BUDOWA MAMMOGRAFU

Mammograf składa się z lampy rentgenowskiej oraz detektora obrazu, które zamocowane są na ruchomej ramie, po przeciwnych stronach badanej piersi. Z reguły detektor obrazu znajduje się poniżej źródła promieniowania. Lampa rentgenowska w mammografii wyposażona jest w anodę dwuścieżkową, aby optymalnie dopasować widmo promieniowania do grubości tkanki. Do badań standardowych stosowana jest ścieżka z molibdenu, zaś do piersi dużych i gruczołowych ścieżka z filtrem z rodru. Czym mniejszy jest rozmiar ogniska lampy, tym lepiej, bowiem wtedy jest lepsza rozdzielczość, która powinna być bardzo wysoka.

KOMPRESJA ORGANU

Aparat jest wyposażony w mechanizm umożliwiający kompresję badanego organu. Jest kilka powodów, dla których jest to niezbędny element badania. Po pierwsze kompresja pozwala na unieruchomienie badanej struktury, co poprawia jakość obrazu oraz usuwa pęcherze powietrza spod płytki. Ponadto umożliwia uzyskanie równomiernej grubości, zatem obraz jest bardziej jednolity pod względem gęstości optycznej a kontrast



FOT. PLANNED

autor:
Aleksandra Kiszko

W mammografii zastosowano kilkukrotnie niższe niż w klasycznym RTG napięcie na lampie rentgenowskiej. W zależności od cech indywidualnych badanych tkanek zalecane napięcie to 18 i 30 keV.

jest większy. Przede wszystkim, najistotniejsze jest zmniejszenie wpływu promieniowania rozproszonego, od którego zależy rozdzielczość obrazu. Promieniowanie opuszczające lampę przechodzi przez metalowy filtr kształtujący widmo wiązki, układ kształtujący wiązkę oraz płaszczyzny ściskające pierś. Po przejściu przez pierś promienie trafiają na siatkę (kratkę) przeciwrozproszeniową, a następnie do detektora obrazu. Część promieni przechodzi przez detektor, nie oddziałując z nim, po czym jest wykorzystywana przez układ automatycznego ustawiania ekspozycji.

SYSTEM AUTOMATYCZNEJ KONTROLI EKSPOZYCJI

Współczesne mammografy wyposażone są w system automatycznej kontroli ekspozycji (AEC – Automatic Exposure Control). Jeśli lekarz sam ustala napięcie na lampie RTG, a resztę parametrów ekspozycji (natężenie prądu, czas ekspozycji) dobiera aparat, jest to sterowanie półautomatyczne. Z kolei automatyczna optymalizacja kontrastu (ACO – Automatic Contrast Optimization) polega na dynamicznym doborze wartości napięcia zasilającego na lampie rtg, od najniższej dostępnej wartości. Napięcie to jest podwyższane aż do otrzymania odpowiedniego czasu ekspozycji, tak aby nie przekroczyć ustawionego poziomu dawki, a tym samym uzyskać właściwą gęstość optyczną obrazu. Innym sposobem jest wstępne ustawienie napięcia zasilającego na wartość np. ze środka przedziału dla danego urządzenia, a następnie jego podwyższanie do spełnienia odpowiednich warunków. Pośrednim rozwiązaniem jest optymalizacja kontrastu dawki. Celem stosowania systemów AEC jest zachowanie niezmiennego zaczerwienienia błony w przypadku mammografii analogowej lub odpowiedniego poziomu sygnału w detektorach cyfrowych. Pozwala na uniknięcie powstawania zdjęć prześwietlonych.

TECHNIKA BADANIA - PROJEKCJE

W badaniu mammograficznym mamy do czynienia z wieloma trybami projekcyjnymi. Do najbardziej popularnych należy technika MLO, czyli skośna przysrodkowo-boczna. Wykonywana jest standardowo, pokazuje cały sutek z dobrze rozłożoną tkanką gruczołową, mięsień piersiowy i fragment tkanki podsutkowej. Uzupełnieniem jest zazwyczaj technika CC, czyli kranio-kaudalna, której zadaniem jest obrazowanie części środkowej i przysrodkowej sutka. Pokazuje cały sutek z dobrze widoczną zagrudzowaną tkanką tłuszczową, brodawkę sutkową, fragment mięśnia piersiowego i fałd przysrodkowy sutka. Pozwala określić dokładniej lokalizację zmian widocznych w projekcji MLO. Istnieje możliwość także wykonania trybu odwrotnego do CC, czyli kaudo-kranialnego, celem uwidocznienia zmian na granicy górnych kwadrantów.

Pozycja CC może być rozszerzona:

- bocznie – pokazanie zmian w ogonie Spence'a (widocznych na MLO, niewidocznych na CC),
- stycznie – stwierdzenia podskórnego umiejscowienia zaobserwowanej zmiany,
- przysrodkowo – pokazanie zmian zlokalizowanych przysrodkowo, blisko ściany klatki piersiowej.

MAMMOGRAFIA ANALOGOWA

Sercem mammografu jest detektor. Wyróżnia się dwa typy mammografów: analogowe oraz cyfrowe. Pierwsze z nich wykorzystują jako detektor błonę rentgenowską jedno-



FOT. PLANMED

Obecnie istnieje kilka rodzajów detektorów stosowanych w mammografii cyfrowej: stymulowana światłem fosforowa radiografia komputerowa (płyty PSP), aparaty wykorzystujące technologię CCD, systemy z detektorami na bazie amorficznego silikonu lub amorficznego selenu

stronnie pokrytą emulsją. Elementami światłoczułymi są halogenki srebra. Błona rentgenowska jest bardziej czuła na promieniowanie widzialne niż na rentgenowskie. Z tego powodu stosowane są folie wzmacniające z warstwą luminoforu – substancji, która pod wpływem promieniowania rentgenowskiego świeci światłem widzialnym. Błona rentgenowska zostaje w ten sposób naświetlona w najbardziej czułym zakresie. Wraz z folią wzmacniającą umieszczona jest w światłoczułej kasie. Następnie poddawana jest procesowi obróbki i wywoływania z wykorzystaniem odczynników chemicznych. Do oceny tak powstałego obrazu wykorzystywane są negatowskopy znajdujące się w pomieszczeniach opisowych, gdzie konieczne jest zapewnienie odpowiednich warunków oświetleniowych.

MAMMOGRAFIA CYFROWA

Ostatnio następuje rozwój systemów cyfrowych, również w dziedzinie diagnostyki obrazowej. Jednymi z głównych powodów są kłopoty z gromadzeniem i ręcznym przeszukiwaniem zdjęć rentgenowskich w archiwach

Za cyfrowym aparatem przemawia zbliżająca się wielkimi krokami, cyfryzacja służby zdrowia, cała dokumentacja medyczna będzie musiała być prowadzona w wersji elektronicznej, więc i gromadzenie zdjęć w tej formie.

»»»»»



oraz długotrwałym procesem ich obróbki, a także ograniczonym dostępem, związanym z powstawaniem jednej kopii obrazu. Rozwiązaniem może być zastosowanie detektorów cyfrowych, które umożliwiają przechowywanie obrazów w formie elektronicznej, co znacznie usprawnia logistykę, przesyłanie danych oraz zarządzanie archiwum. Dostęp do danych jest szybki i wydajny, co umożliwia bardziej zintegrowaną opiekę nad pacjentem. Ponadto małe jest prawdopodobieństwo utraty obrazu, więc redukuje się liczbę niepotrzebnych badań. Obniżeniu mogą ulec koszty eksploatacyjne, ale mammograf

cyfrowy może być nawet do 5 razy droższy od analogowego. Czas badania jest stosunkowo krótki, średnio 35% czasu badania tradycyjnego.

Za cyfrowym aparatem przemawia, zbliżająca się wielkimi krokami, cyfryzacja służby zdrowia, cała dokumentacja medyczna będzie musiała być prowadzona w wersji elektronicznej, więc i gromadzenie zdjęć w tej formie.

Obrazy w formie cyfrowej cechuje lepsza jakość oraz dynamika kontrastu, jednak ich rozdzielczość przestrzenna wciąż jest niższa niż w obrazach analogowych. W mammografii konwencjonalnej czynnikiem ograniczającym rozdzielczość przestrzenną jest rozmiar ziarna srebra w emulsji filmu, natomiast w cyfrowym odpowiedniku wielkość piksela detektora obrazu. W zależności od rozwiązania technicznego osiąga rozdzielczość od 1,5 do 3 razy gorszą. Obecnie istnieje kilka rodzajów detektorów stosowanych w mammografii cyfrowej: stymulowana światłem fosforowa radiografia komputerowa (płyty PSP), aparaty wykorzystujące technologię CCD oraz systemy z detektorami na bazie amorficznego silikonu lub amorficznego selenu.

DETEKTORY Z PŁYTĄ PSP (CR)

W tym typie detektora podstawowym elementem budowy jest warstwa luminoforu umieszczona w kasce, podobnie jak w przypadku radiografii analogowej. Szeroki zakres czułości pozwala na zmniejszenie dawki promieniowania. Promieniowanie rentgenowskie po przejściu przez ciało pada na detektor, energia jest kumulowana w warstwie fosforu w pułapkach elektronowych, dochodzi do przemian w powłoce elektronowej pierwiastków. W ten sposób powstaje obraz utajony, podobnie jak w emulsji światłoczułej błony fotograficznej. Odczyt odbywa się przy użyciu laserowego

Obrazy w formie cyfrowej cechuje lepsza jakość oraz dynamika kontrastu, jednak ich rozdzielczość przestrzenna wciąż jest niższa niż w obrazach analogowych. W mammografii konwencjonalnej czynnikiem ograniczającym rozdzielczość przestrzenną jest rozmiar ziarna srebra w emulsji filmu, natomiast w cyfrowym odpowiedniku wielkość piksela detektora obrazu.

A Siemens Mammomat Inspiration PRIME Edition mammography unit is shown in a studio setting. The machine is white with pink accents and features the Siemens logo and 'PRIME' branding. It has a large, adjustable compression paddle and a transparent protective shield. The background is a soft, out-of-focus pink and white.

SIEMENS

www.healthcare.siemens.pl/mammography

MAMMOMAT Inspiration PRIME Edition.

Doskonała jakość obrazu przy niższej nawet o 30% dawce promieniowania.

Minimalizacja dawki promieniowania, na jaką w trakcie badania narażona jest zarówno pacjentka, jak i personel medyczny, wciąż pozostaje jednym z najważniejszych priorytetów dla placówek świadczących usługi mammograficzne.

Nowej generacji mammograf MAMMOMAT® Inspiration PRIME Edition pozwala na przeprowadzenie badania przy wykorzystaniu dawki mniejszej nawet o 30%, przy jednoczesnym zachowaniu najwyższej jakości obrazu.¹

¹ W porównaniu z akwizycją z kratką.

Technologia PRIME (Progresywna Rekonstrukcja Inteligentnie Minimalizująca Ekspozycję) jest pierwszym na świecie rozwiązaniem mammograficznym minimalizującym promieniowanie rozproszone w oparciu o specjalistyczne oprogramowanie.

Zastosowane w MAMMOMAT® Inspiration PRIME rozwiązania MoodLight™ oraz OpComp® sprawiają, że pacjentka czuje się zrelaksowana, a badanie przeprowadzane jest w wyjątkowo komfortowych warunkach. Szybkie oraz intuicyjne sterowanie pozwala skrócić czas badania.

Answers for life.

czytnika skanującego. Światło lasera wywołuje luminescencję, czyli emisję światła wskutek uwolnienia elektronów z pułapek energetycznych. Natężenie światła jest proporcjonalne do energii promieniowania zaabsorbowanego przez stymulowany obszar. Warstwę aktywną detektora stanowią najczęściej związki baru i fosforu aktywowane europem. Domieszki europu tworzą centra luminescencji, przy czym im większa jest zawartość jonów europu, tym większa jest intensywność świecenia pobudzonej powierzchni rejestratora. Czas odczytu płyty zależy od wielkości detektora i szybkości odczytu czytnika, średni czas skanowania to około 60-70 s, w nowszych technologicznie czytnikach, wykorzystujących liniowe źródło światła, czas ten wynosi ok. 5-10 s. Obraz prezentowany jest na ekranie monitora. Po odczytaniu płyty obrazowej, lampa kasująca, przez naświetlenie światłem widzialnym o dużej intensywności wiązki, wymazuje obraz rtg i płyta obrazowa jest gotowa do ponownego użycia, nawet do kilkudziesięciu tysięcy razy. Kolejną zaletą tej metody jest brak konieczności wymiany aparatów diagnostycznych. Zmienia się tylko nośnik informacji, czyli płyta pamięciowa, sposób odczytywania obrazu i jego późniejszej prezentacji. Dostępne na polskim rynku aparaty z możliwością rozbudowy do systemu cyfrowego to: Philips (MammoDiagnost) i Planmed (Nuance Classic).

rzystuje zjawisko sprzężenia ładunkowego. Pod wpływem padającego światła ładunek elektryczny, generowany pod wpływem padającego światła, jest przesuwany z jednego elementu pojemnościowego do drugiego. Umożliwia to odczyt napięcia wytwarzanego przez wzmacniacz ładunkowy, które jest proporcjonalne do ilości promieniowania jonizującego. Przetworniki CCD mają bardzo dobre właściwości dynamiczne, dużą czułość i małe szumy.

DETEKTORY NA AMORFICZNYM KRZEMIE/SELENIE (DR)

Poprzednie metody, nazywane pośrednimi, bazują na przetwarzaniu energii promieniowania rentgenowskiego na światło widzialne. W detektorach bezpośrednich wykorzystuje się generację i zbieranie ładunku elektrycznego powstającego w półprzewodnikach, głównie w amorficznym selenie i krzemie. Promieniowanie rentgenowskie powoduje ruch ładunków elektrycznych, które trafiają na krzemową macierz elementów TFT połączonych z pojemnością zbierającą ładunek elektryczny. Następnie jest odczytywany i przetwarzany na sygnał cyfrowy. Według niektórych producentów jakość obrazów powstałych przy użyciu detektorów cyfrowych bezpośrednich jest porównywalna z tymi uzyskiwanymi za pomocą metody analogowej. Dobry foto-

połączony z aparatem, nie ma więc potrzeby korzystania z kaset i ich skanowania, co znacznie przyspiesza i ułatwia badanie. Ograniczeniem tej metody jest wysoka cena układów rejestrujących. Dostępne na rynku są na przykład: Hologic (Selenia), Siemens (Mammomat), Philips (MammoDiagnost DR), Planmed (Nuance Excel).

PORÓWNANIE SYSTEMÓW CYFROWYCH

Każdy z systemów mammografii cyfrowej daje nam inne możliwości, które warto przeanalizować przed zakupem urządzenia. Zaletą detektorów z płytą PSP jest wymienialność z kliszą, co daje możliwość skorzystania z istniejącego urządzenia analogowego, dodając do niego płytę pamięciową oraz czytnik, który może obsługiwać większą liczbę urządzeń. Przy ich doborze do zastosowań mammograficznych najważniejszym czynnikiem jest rozdzielczość skanowania, która powinna wynosić co najmniej 20 pikseli/mm. Jest to jednak najmniej wydajna metoda spośród wymienionych i najmniej zaawansowana technicznie. Z kolei detektory bazujące na matrycy CCD dosyć dobrze współpracują z systemem PACS. Najbardziej zaawansowaną technicznie metodą jest detektor bezpośredni na amorficznym selenie (DR). Nie występują efekty związane z rozpraszaniem fotonów spowodowane dyfuzją fotonów w scyntylatorze, odbiciami fotonów pomiędzy granicą scyntylator – obudowa. Wydajność absorpcji tego detektora można ulepszyć przez dobór materiału fotoprzewodników. Wadą tej metody jest konieczność zastosowania wysokiego napięcia. Koszt ich nabycia ogranicza rozpowszechnienie tego typu urządzeń.

TOMOSYNTeza CZYLI MAMMOGRAFIA 3D

Trójwymiarowa mammografia z tomosyntezą to najnowsza technika wykorzystywana w badaniu piersi. Polega na prześwietlaniu piersi pod różnymi kątami co milimetr, czym przypomina tomografię komputerową. W trakcie jednego badania wykonywane jest aż 400 zdjęć (mammografia 2D – 4 zdjęcia), przy podobnej dawce promieniowania rentgenowskiego. Uzyskane w ten sposób obrazy są przetwarzane w celu uzyskania obrazu trójwymiarowego piersi. Technika pozwala na rozdział tkanek i zmniejszenie nakładania się struktur, a także umożliwia badania dynamiczne, gdyż zapis badania można odtwarzać jako film. Można zbliżyć i oddalać konkretne fragmenty, co ma wpływ na lepszą widoczność zmian nowotworowych, ocenę ich granic oraz dokładną lokalizację. Jest to możliwe w trakcie jednego badania, bez konieczności ponownego wzywania pacjentki na dodatkowe zdjęcia mammograficzne.



DETEKTORY CCD

W metodzie tej promieniowanie X pada na ekran pokryty warstwą luminoforu, w której energia promieniowania jonizującego jest przetwarzana na promieniowanie świetlne (scyntylacje). Fotony światła widzialnego padają na przetwornik CCD, który wyko-

przewodnik powinien absorbować prawie całe promieniowanie X padające na detektor, posiadać duży współczynnik konwersji wewnętrznej energii promieniowania na ładunek elektryczny, odporność na uszkodzenia radiacyjne i związane z tym pogorszenia własności. Detektor jest bezpośrednio