

Techniki diagnostyczne w raku piersi. Część II: Metody fizyczne i biopsyjne

Diagnostic techniques in breast cancer detection. Part II: Physical and Biopsy Methods

Ślubowski Tadeusz¹, Ślubowska Małgorzata¹, Wojciechowski Artur²

¹ Amberheart Breast Cancer Foundation, Kanada,

² I Zakład Radiologii Lekarskiej, Akademia Medyczne, Warszawa

Streszczenie

Publikacja ta zawiera przegląd technik i technologii stosowanych w diagnostyce raka piersi. Odnosi się ona zarówno do tych, które tworzone są na nowo jak i metod fizycznych i fizykalnych, które są obecnie uwspółcześniane dzięki rewolucji cyfrowo-komputerowo-informatycznej. Omawia także znane od wielu lat techniki biopsyjne uznawane za „złoty standard” w diagnostyce nowotworów piersi.

Próby wprowadzenia nowych metod opartych o wykorzystanie rozmaitych dziedzin fizyki oraz równoczesna integracja wielu metod diagnostycznych czynione są, aby sprostać wymogom wczesnego wykrywania nowotworów piersi.

Słowa kluczowe: **rak piersi / fizyczne metody diagnostyczne / płukanie przewodów /
/ fotoobrazowanie / biopsja /**

Abstract

This publication contains an overview of methods based on the principles of physics applied in breast cancer diagnosis. It refers both to those created de novo and those that have recently been updated, thanks to the revolutionary progress in digital, computer and information technologies. It also contains an overview of the biopsy techniques considered to be “the golden standard” in breast cancer diagnoses, as well as the latest ones, allowing to obtain ductal cells.

An effort to develop new diagnostic methods, based on various fields of physics and integration of various diagnostic methods, needs to be made in order for medicine to cope with the requirements of early detection of breast tumours.

Key words: **breast cancer / physical diagnostic methods / ductal lavage /
/ photoimaging biopsy /**

Adres do korespondencji:

I Zakład Radiologii Klinicznej AM w Warszawie,
02-004 Warszawa, ul. Chałubińskiego 5
e-mail: artur@amwaw.edu.pl

Otrzymano: 5.12.2005

Zaakceptowano do druku: 12.01.2007

Wstęp

W diagnostyce raka piersi ulepszono lub stworzono na nowo kilkadziesiąt diagnostycznych metod fizykalnych i fizycznych. Ciągłe istnieją wątpliwości dotyczące przydatności niektórych z nich. Obecnie używane jako metody pomocnicze w diagnostyce raka piersi, zostały przedstawione w naszej pracy w celu nakreślenia potencjalnych kierunków rozwoju myśli diagnostycznej. Brak masowego potwierdzenia użyteczności klinicznej oraz wysoki koszt stanowią bariery implikujące ich rzadkie stosowanie. Uważa się, że w miarę postępu badań klinicznych nad efektywnością i skutecznością poszczególnych metod, niektóre z nowych technik opisanych poniżej, mogą wejść na stałe do arsenału diagnostycznego. W chwili obecnej nie jest możliwe definitywne stwierdzenie, które z nich są najbardziej obiecujące.

Elektroniczne badanie fizykalne

Badanie tego typu polega na elektronicznym zebraniu informacji na temat podatności uciskowej piersi i stworzeniu mapy gęstości jej utkania. Uważa się, że identyfikacja struktur o spoiście różniącej się od otoczenia pozwala na identyfikację nowotworu. Technika ta jest analogiczna do badania palpacyjnego piersi, podczas którego badający używa ruchów obwodzących oraz różnych rodzajów nacisku w każdym punkcie badania. W przypadku badania elektronicznego czujnik rejestruje podatność tkanki w zależności od wielkości przyłożonego nacisku, a uzyskane dane wykorzystywane są do stworzenia całościowego obrazu rozkładu gęstości. Daje to możliwość wykrycia guzka pod warunkiem, że różni się od otaczającej go tkanki stopniem twardości, odmiennym kształtem, ruchomością itp. [1]. Elektroniczne badanie fizykalne, w przeciwieństwie do subiektywnego badania manualnego, mierzy twardość zmiany i jej wielkość w wymiernych parametrach liczbowych [2].

Pomimo, że technika ta posiada swoje zalety, nie wymaga stosowania promieniowania, jest obiektywna, ma niski koszt a także eliminuje konieczność kompresji piersi, to jej efektywność i skuteczność w wykrywaniu nowotworów musi zostać zweryfikowana na dużych grupach pacjentów.

Elastografia

Technika ta polega na ocenie własności elastycznych tkanek w piersi. Ponieważ w niektórych przypadkach wraz z rozwojem nowotworu piersi następuje usztywnienie struktur w obrębie zmiany [3], w metodzie tej używa się powtarzających bodźców mechanicznych (wibracji), aby wywołać rezonans mechaniczny tkanki, a tym samym ocenić jej sprężystość. Metodę tą łączy się z technikami obrazowymi takimi jak USG [4] lub rezonans magnetyczny [5] i stosuje się do wykrywania zmian, które mogą nie zostać wykryte w mammografii lub są położone zbyt głęboko, aby być dobrze zidentyfikowane w badaniu palpacyjnym [6]. Zastosowanie elastografii w połączeniu z rezonansem magnetycznym, w potwierdzonych histopatologicznie nowotworach piersi, wykazało, że guzy wykazują elastyczność od dwóch do trzech razy mniejszą niż otaczająca je tkanka włóknista [7, 8]. Pod względem koncepcyjnym technika ta może być potencjalnie wykorzystana w diagnostyce, jednak bez definitywnego zweryfikowania jej użyteczności klinicznej jest ona ciągle daleka od powszechnego wykorzystania w diagnostyce nowotworów piersi.

Termografia cyfrowa

Termografia, polegająca na wykorzystaniu promieniowania podczerwonego oparta jest na założeniu, że tkanka nowotworowa i związane z rozwojem nowotworu podścielisko posiadają wyższy poziom metabolizmu oraz unaczynienia niż otaczające je niezmiennione tkanki [9]. Stwierdzono, że zarówno w zmianach o charakterze przednowotworowym jak i nowotworowym ma miejsce proces tworzenia się nowych naczyń, zwany neoangiogenezą, oraz obserwuje się stymulujące działanie wazodylatacyjne substancji chemicznych produkowanych przez nowotwór [10]. Wzrost aktywności naczyniowej, a tym samym przepływu, w połączeniu z wysokim poziomem metabolizmu może powodować, że temperatura guza i otaczających go tkanek wzrasta, co daje wtórne zwiększenia ucieplenia piersi. Dlatego też, może być wykrywane przy pomocy urządzeń termograficznych na powierzchni piersi, a następnie rejestrowane w postaci obrazów termograficznych. Pierwsze próby zastosowania termografii w diagnostyce rozpoczęły się przeszło dwadzieścia lat temu (1982) w USA, kiedy urządzenia tego typu uzyskały licencję do stosowania w badaniach przesiewowych jako aparatura pomocnicza [11].

Pomimo istnienia na rynku wielu typów termografów, nigdy nie weszły one do powszechnego stosowania w diagnostyce raka piersi. Nie wzbudziły one także wystarczającego zainteresowania, aby stać się obiektem masowych prac klinicznych wykazujących ich użyteczność diagnostyczną, chociaż ostatnio czynione są próby połączenia detekcji termograficznej z modelowaniem komputerowym [12].

Termorytmometria

Termorytmometria jest techniką zbliżoną do termografii w podczerwieni. Różni się jednak tym, że w przeciwieństwie do obrazów termograficznych czujniki umieszczone na skórze piersi rejestrują zmiany temperatury w rytmie dobowym (cykardyjским) i rejestrują odchylenia temperatury. Odchylenia te mogą być, na przykład, zależne od objętościowego zwiększenia przepływu w kontekście neoangiogenezy, która jest specyficzną cechą nowotworów. Założeniem metody jest, że potencjalne zmiany temperatury są lepiej identyfikowalne, jeżeli obserwuje się je w cyklu dobowym eliminując przypadkowość pojedynczego pomiaru [13].

Elektofalowe techniki diagnostyczne

Pomiar potencjału elektrycznego

Technika ta polega na mierzeniu potencjału elektrycznego przy użyciu elektrod, które umieszczone są na skórze piersi w różnych miejscach. Odczyt potencjału uzyskanego nad podejrzanym miejscem w piersi porównywany jest z odczytem nad innymi miejscami na klatce piersiowej. W badaniu tym wykorzystuje się tezę, że podczas intensywnego wzrostu komórek wzrasta gradient jonowy między ich wnętrzem a otoczeniem, będący wynikiem utraty przez komórki jonów potasowych a napływem do jej wnętrza jonów sodowych. Zaistniała różnica potencjału jest mierzona przy pomocy elektrod umieszczonych na skórze piersi. Ogólnym wskazaniem dla tej metody jest rozszerzenie diagnostyki zmian zidentyfikowanych przy pomocy badania fizykalnego piersi lub technik obrazowych. Czas potrzebny na badanie jest relatywnie krótki i wynosi około 20 minut. W chwili obecnej procedura ta jest w trakcie prób klinicznych, które wykazały, że jej czułość wa-

ha się od 90 do 95 procent a specyficzność od 40 do 65 procent dla zmian wykrytych w badaniu fizykalnym [14].

Pomiar impedancji (Całkowitego Oporu Elektrycznego)

Różnorodne tkanki organizmu cechują się różnymi poziomami impedancji, czyli oporności w przewodzeniu prądu. Z tego powodu, że jest ona niższa w tkance nowotworowej guzów piersi niż w tkankach otaczających, stworzono metodę skanowania przy pomocy pomiaru oporności elektrycznej, która może być stosowana wspólnie z konwencjonalną mammografią rentgenowską. Urządzenie do pomiaru impedancji, składa się z ręcznego czujnika oraz systemu komputerowego umożliwiającego wyświetlanie na ekranie dwuwymiarowych obrazów piersi. Urządzenie wytwarza prąd o niewielkim natężeniu, który przepływa przez pierś a wielkość tego prądu jest rejestrowana przez miernik. Obszary o niskim oporze elektrycznym, które jak się uważa są specyficzne dla zmian nowotworowych, na monitorze komputerowym wyświetlane są w postaci jasnych plamek. Z tego powodu, że obraz uzyskiwany jest w trakcie badania w czasie rzeczywistym, umożliwia to przesuwanie sondy wokół piersi tak, aby uzyskać optymalny obraz badanego obszaru. Idea stworzenia tego typu urządzenia powstała w celu redukcji ilości biopsji wykonywanych do identyfikacji zmian podejrzanych nowotworowo. W Stanach Zjednoczonych, w roku 1999 urządzenie o nazwie T-Scan 2000 uzyskało atest jako technika uzupełniająca mammografię. Jednak zainteresowanie klinicystów w stosowaniu tego urządzenia jest minimalne [15] i prawdopodobnie jest spowodowane faktem, że licencja użytkowania nie zezwala na stosowanie tego sprzętu w badaniach przesiewowych a także nie zaleca stosowania w przypadkach, kiedy w mammografii lub w innych badaniach wykazano cechy ewidentnie wskazujące na konieczność wykonania biopsji.

W pracach porównujących zastosowanie pomiaru impedancji ze skanowaniem izotopowym Sestimibi, T-Scan wykazał czułość wykrywania nowotworów na poziomie 72,2%, a specyficzność na poziomie 67 %, podczas gdy badanie izotopowe z technetem (Sestimibi) miało czułość na poziomie 88,9%. T-scan dawał także znaczące ilości wyników fałszywie dodatnich [16].

Aby technika ta stała się częściej używaną, a wielkość wykrywanych guzów, była mniejsza niż 1cm, niezbędne jest udoskonalenie jakości sygnału odbieranego z elektrod, likwidacja subiektywnego wybierania obiektów przez badającego oraz poprawa rozdzielczości. Wadą metody jest także ograniczona możliwość zastosowania przy zmianach położonych głęboko w piersi, ponieważ czułość maleje wraz z odległością guza w stosunku do elektrody. Niezależnie od stanu zaawansowania, technika ta zanim osiągnie efektywność zbliżoną do technik biopsyjnych będzie wymagała znacznych ulepszeń.

Diagnostyka mikrofalowa

Podstawą fizyczną do wykrywania nowotworów piersi przy pomocy obrazowania mikrofalowego jest wykorzystanie różnic we własnościach dielektrycznych normalnej i zmienionej nowotworowo tkanki. Obrazowanie mikrofalowe polega na pulsacyjnym kierowaniu na pierś impulsów mikrofalowych o bardzo szerokim paśmie. Następnie dokonuje się pomiaru wielkości odbicia fali od poszczególnych struktur zlokalizowanych w piersi. Wykrywanie zmian oparte jest o analizę sumarycznych obrazów uzyskanych z fal odbitych od obiektów sil-

nie je rozpraszających. Mapowanie różnic właściwości przewodnictwa tkanek jest dokonywane przy pomocy nisko energetycznego promieniowania mikrofalowego. Dzięki relatywnie wysokiej zawartości płynu, jaki występuje w guzach piersi w porównaniu z tkankami otaczającymi, przewodnictwo elektryczne rejestrowane przy pomocy obrazowania mikrofalowego może być o dwa do trzech razy wyższe niż w otaczającej guz niezmienionej tkance [17-19].

Jak dotychczas technika ta była weryfikowana jedynie na fantomach, które imitowały prawidłowe i zmienione patologicznie struktury piersi oraz na materiale pobranym od kobiet w czasie zabiegów operacyjnych. Z doświadczeń tych wynikało, że metoda ta pozwalała na wykrycie zmian w granicach około 6mm średnicy, co byłoby porównywalne z mammografią, jednak bez uwzględnienia faktu, że w przypadku mikrozwapnień mammografia jest w stanie identyfikować zmiany dużo mniejsze niż 6mm. Zaletą metody obrazowania mikrofalowego jest brak kompresji piersi, w przeciwieństwie do mammografii oraz brak konieczności stosowania promieniowania rentgenowskiego. Stwierdzono również, że ze względu na swój charakter, obrazy raków piersi uzyskane tą metodą wykazują wyższy kontrast w porównaniu z otoczeniem niż te, które uzyskuje się przy pomocy promieniowania rentgenowskiego używanego w mammografii [20].

Fotoobrazowanie

Fotoobrazowanie jest metodą, w której używa się bliskiej podczerwieni. Przy jej zastosowaniu uzyskuje się obraz rozkładu zawartości hemoglobiny w tkance. Uważa się, że absorpcja fal bliskiej podczerwieni w piersi może służyć ocenie zawartości hemoglobiny w tkance i jest proporcjonalna do objętości przepływającej krwi. Ponieważ w nowotworach obserwuje się wzmożony przepływ krwi, zależny od charakterystycznego dla tkanki nowotworowej powstawania nowych naczyń, istnieje możliwość uzyskania obrazu, różniącego się wysyceniem pomiędzy rakiem a otaczającym go niezmienionym patologicznie otoczeniem [21]. Parametrem pomiarowym, zależnym również od wysokiego poziomu metabolizmu jaki daje się odnotować w tkance nowotworowej, jest proporcjonalna do stopnia złośliwości zawartość tlenu oraz wzmożony przepływ krwi przeliczany na objętość tkanki nowotworowej [22]. Dodatkowo, używając techniki zwanej dyfuzyjną tomografią optyczną, można uzyskiwać obrazy trójwymiarowe dające możliwość przestrzennej oceny patologii tkankowej [23]. Przy zastosowaniu tej techniki konieczna jest tylko niewielka kompresja piersi. Jej zaletami są także: brak ekspozycji na promieniowanie, szybkie uzyskiwanie obrazów, niski koszt i niska inwazyjność. W chwili obecnej dominującymi problemami związanymi z zastosowaniem tej metody jest relatywnie niska rozdzielczość obrazów i problemy z rekonstrukcją obrazów sumarycznych. Wydaje się jednak, że ze względu na to, że liczne firmy pracują nad rozwojem tej technologii, po przezwyciężeniu problemów technicznych, może ona wkrótce wejść w cykl klinicznych prac badawczych nad potwierdzeniem jej użyteczności diagnostycznej.

Intelisonda (SmartProbe)

Rekomendacją dla użycia Intelisondy jest stwierdzenie podejrzanej zmiany na mammogramie. W obręb zmiany wprowadzana jest cienka jednorazowa sonda, podłączona do komputera. Przy jej pomocy uzyskuje się informacje dotyczące

steżenia tlenu, oporności, temperatury, oraz własności rozpraszania i absorpcji światła w obrębie ocenianej tkanki. Wyniki pomiarów wyświetlane są w czasie rzeczywistym na ekranie monitora. Sonda dokonuje około stu pomiarów na sekundę w miarę przesuwania od powierzchniowych warstw piersi w kierunku zmiany, a następnie do jej części centralnej. Procedura trwa kilka minut. Wahania odczytu poszczególnych parametrów mogą sugerować lokalizację zmiany. Wstępne badania kliniczne oraz doniesienia ze źródeł producenta (Bioluminate, Inc.) sugerują, że przy użyciu tej metody można uzyskać wyższą czułość i specyficzność niż przy biopsji gruboigłowej, która wynosi ok. 85% i zbliżyć się do standardu czułości dla biopsji chirurgicznej (98%).

Ostateczna ocena użyteczności tej metody jest jednak trudna ze względu na małą ilość publikowanych danych i wczesną fazę prowadzonych badań klinicznych [24, 25].

Techniki biopsyjne

Biopsja jest postępowaniem pozwalającym na potwierdzenie lub wykluczenie patologii na podstawie oceny mikroskopowej pobranego fragmentu tkanki.

Biopsja chirurgiczna

Biopsja chirurgiczna, zwana biopsją otwartą, jest standardowym postępowaniem w raku piersi [26]. Materiał do badania pobierany jest po nacięciu skóry i tkanek. Biopsji chirurgicznej dokonuje się na sali operacyjnej, przeważnie w znieczuleniu miejscowym. W zależności od wielkości zmiany, wykonuje się różnej wielkości nacięcie skóry, przeważnie ok. 1,5 do 2 cm. Biopsję chirurgiczną można podzielić na wycinkową (eksploracyjną), kiedy usuwa się część zmiany oraz na wycięciową, kiedy dokonuje się wycięcia całej zmiany. Uzyskany materiał poddaje się obróbce histologicznej i ocenia w badaniu mikroskopowym. W przeciwieństwie do niskoinwazyjnych biopsji igłowych, biopsja chirurgiczna wymaga zaszycia rany pooperacyjnej i może pozostawiać różnej wielkości bliznę. Jeżeli zmiana jest niewyczuwalna w badaniu fizykalnym, może istnieć konieczność założenia w jej obręb drucianej, przypominającej haczyk na ryby, kotwiczki [27]. Aby umiejscowić kotwiczkę precyzyjnie w obrębie guza zabieg ten wykonuje się pod kontrolą ultrasonografii lub mammografii. W czasie biopsji chirurgicznej zmianę wycina się wraz ze znajdującą się w jej obrębie kotwiczką [28]. Biopsja chirurgiczna wymaga z reguły dłuższego okresu rekonwalescencji niż przeszskórne biopsje igłowe. Należy wziąć pod uwagę, że biopsja tego typu może zaburzać architekturę struktur anatomicznych w obrębie piersi. Z tego powodu wskazana jest pobiopsyjna kontrola mammograficzna w celu identyfikacji zaburzeń struktury a także obrazowej identyfikacji miejsca pobrania, identyfikacji blizn lub zmian o charakterze *seroma* lub *haematoma* [29].

Biopsja gruboigłowa

Przeszkórna biopsja gruboigłowa piersi jest postępowaniem polegającym na pobraniu fragmentu tkanki przy pomocy igły biopsyjnej. W przypadkach zmian wyczuwalnych palpacyjnie chirurg lokalizuje zmianę jedną ręką i wykonuje biopsję drugą ręką. Procedura ta określana jest popularnie jako tzw. „biopsja z wolnej ręki”. W przypadku zmian niebadalnych konieczne jest wykonanie zabiegu pod kontrolą metod obrazowych. Najczęściej stosuje się USG, następnie mammografią, a najrzadziej rezonans magnetyczny.

W przypadku biopsji gruboigłowej zewnętrzna średnica igły biopsyjnej waha się od 1,65mm do 2,77mm (w porównaniu z biopsją cienkoigłową od 0,36mm do 0,89mm). Igła biopsyjna posiada specjalnie profilowany brzeg tnący. W optymalnej sytuacji pobrany wycinek ma ok. 2cm długości. Niejednokrotnie do tego typu biopsji używa się urządzenia zwanego mammotomem, w którym do uzyskania dużej średnicy wycinka stosuje się sondę obrotową, która pobiera materiał z zastosowaniem aspiracji próżniowej.

Z reguły w przypadku zmian badalnych palpacyjnie pobiera się od dwóch do czterech wałeczkowatych wycinków, przy zmianach identyfikowalnych wyłącznie obrazowo od czterech do sześciu wałeczków. Materiał poddaje się obróbce histologicznej i jest on oceniany mikroskopowo przez jednego lub więcej histopatologów, w celu ustalenia rozpoznania [30]. W celu identyfikacji miejsca wykonania biopsji wykonuje się badanie mammograficzne przed i po przeprowadzonym zabiegu. To ostatnie, poza identyfikacją miejsca pobrania, może mieć na celu identyfikację obrączkowatego metalowego markera, który wprowadza się przez igłę biopsyjną w miejsce, z którego pobrano materiał [31]. Niekorzystnym aspektem tego postępowania jest ryzyko przemieszczenia się metalowego markera w obrębie piersi, co utrudnia późniejszą identyfikację miejsca pobrania [32]. Biopsja tego typu, o ile udaje się właściwie spenetrować zmianę, pozwala na bardziej precyzyjne rozpoznanie niż biopsja cienkoigłowa. Jest to spowodowane między innymi tym, że uzyskuje się więcej materiału niż w biopsji cienkoigłowej, co daje możliwość oceny zmian w odniesieniu do otaczającej prawidłowej tkanki [33].

Biopsja aspiracyjna cienkoigłowa

Biopsja aspiracyjna cienkoigłowa (BAC) polega na pobraniu materiału po wkłuciu przez skórę, nałożonej na strzykawkę, cienkiej igły. Procedura ta służy z reguły do zaaspirowania płynu, jak to ma miejsce w przypadku torbieli, próbie uzyskania komórek lub identyfikacji mikrozwapnień – w przypadku zmian litych. Materiał uzyskany za pomocą BAC jest przeważnie oceniany przez cytologa jako rozmaz lub rzadziej jako preparat histopatologiczny. Igły używane do biopsji cienkoigłowej są podobnej średnicy jak igły służące do pobierania krwi (od 0,36mm do 0,89mm).

Jeżeli zmiana w piersi jest niewyczuwalna, konieczne jest wykonanie biopsji pod kontrolą metod obrazowych. Z pobranego materiału wykonuje się rozmaz, który po utrwaleniu i wybarwieniu oceniany jest pod mikroskopem w sposób analogiczny jak ocenia się wymazy PAP stosowane do wczesnego wykrywania raka szyjki macicy.

BAC zaliczana jest do najmniej inwazyjnych metod biopsyjnych. Jej zaletą jest możliwość szybkiej oceny materiału i uzyskania odpowiedzi na temat istniejącej patologii. BAC jest szczególnie istotną techniką dla potwierdzenia istnienia torbieli. Jednym z niekorzystnych aspektów BAC jest fakt, że przy jej pomocy uzyskuje się niewielką ilość materiału. BAC z reguły nie daje możliwości oceny patologii komórkowej w odniesieniu do otaczającej tkanki. Jest to szczególnie istotne przy określaniu stanu zaawansowania nowotworu w przypadkach zajęcia podścieliska. Uważa się, że niewystarczająca ilość pobranego materiału, jak to ma miejsce w zmianach niepalpacyjnych oraz niska dokładność diagnostyczna, obniżają kliniczną użyteczność biopsji cienkoigłowej [34]. Z tego powodu, niejednokrotnie w celu rozwiania wątpliwości

Techniki diagnostyczne w raku piersi. Część II: Metody fizyczne i biopsyjne.

diagnostycznych BAC uzupełniana jest przez inne techniki biopsyjne, takie jak biopsja gruboigłowa lub biopsja chirurgiczna dające możliwość uzyskania większej ilości materiału.

Biopsja stereotaktyczna

Postęp techniki obrazowania odgrywa szczególnie istotną rolę w biopsjach wykonywanych pod kontrolą metod obrazowych. Kontrola ta jest niezbędna w przypadkach, kiedy zmiana jest niewyczuwalna lub nie daje się uwidocznic przy pomocy klasycznej mammografii. Jednym z typów biopsji, który odbywa się pod kontrolą trójwymiarowego obrazowania jest tak zwana biopsja stereotaktyczna. Pozwala ona, w oparciu o obrazy rentgenowskie z trzech projekcji, uzyskać informacje na temat głębokości, położenia i wielkości zmiany. Przeważnie technika ta wykorzystuje możliwości sterowanego komputero-wo urządzenia skanującego. Po zlokalizowaniu zmiany w sposób wielowymiarowy wykonuje się biopsję gruboigłową. Igła orientowana jest przez odpowiednie ustawienie w dwóch płaszczyznach i wprowadzana na określoną głębokość w zależności od trójwymiarowej lokalizacji zmiany. Wycinek oceniany jest w sposób standardowy jak dla biopsji gruboigłowej.

Płukanie przewodów

Płukanie przewodów polega na wprowadzeniu, przez jedno lub więcej ujść na brodawce, cienkiego drenu, przez który do przewodu wstrzykuje się płyn (np. sól fizjologiczną). Po podaniu do przewodów płynu płuczącego pierś jest masowana, a następnie płyn wraz z komórkami pochodzącymi z przewodów jest aspirowany z powrotem przez ten sam dren. Procedura ta pozwala na uzyskanie materiału komórkowego, który po wykonaniu rozmazu, utrwaleniu i wybarwieniu ocenia się pod mikroskopem pod względem cytologicznym. W warunkach prawidłowych technika ta pozwala na identyfikację złuszczo-nych komórek nabłonkowych oraz komórek typu makrofagalnego (komórki piankowate). Celem metody jest identyfikacja wczesnej patologii komórek nabłonkowych takich jak atypowa hiperplazja przewodowa (*atypical ductal hyperplasia*, ADH), która uważana jest za stan podwyższonego ryzyka dla występowania raka piersi, a także złuszczo-nych komórek nowotworowych typowych dla wczesnych zmian takich jak rak wewnątrzprzewodowy *in situ*. Obecnie w Stanach Zjednoczo-nych metoda ta jest promowana jako niskoinwazyjny sposób uzyskania materiału komórkowego od kobiet z grup wysokiego ryzyka zachorowania na raka piersi [35, 36].

Pomimo prób wprowadzenia tej metody jako badania przesiewowego, nie jest ona powszechnie stosowana. Oparte o badania doświadczalne rekomendacje Amerykańskiego To-warzystwa Raka (NCI) stwierdzają, że nie istnieje wystarczająca ilość dowodów na rekomendację tego postępowania ani w badaniach przesiewowych, ani w połączeniu z mammografią przesiewową [37].

Piśmiennictwo

1. Medical Tactile Inc. *Suretouch clinical development* <http://www.medicaltactile.com/techclinical.html>. Wersja z dnia 5.04.2007.
2. Kearney T, Airapetian S, Sarvazyan A. Tactile breast imaging to increase the sensitivity of breast examination. *J Clin Oncol*. 2004, 22, Suppl. 145, 1037.
3. Liu H, Sun L, Wang G, [et al.]. Analytic modeling of breast elastography. *Med Phys*. 2003, 30, 2340-2349.

4. Pellot-Barakat C, Frouin F, Insana M, [et al.]. Ultrasound elastography based on multi-scale estimations of regularized displacement fields. *IEEE Trans Med Imaging*. 2004, 23,153-163.
5. Xydeas T, Siegmann K, Sinkus R, [et al.]. Magnetic resonance elastography of the breast: correlation of signal intensity data with viscoelastic properties. *Invest Radiol*. 2005, 40, 412-420.
6. Newcomer L, Newcomb P, Trentham-Dietz A, [et al.]. Detection method and breast carcinoma histology. *Cancer*. 2002, 95, 470-477.
7. Sinkus R, Lorenzen J, Schrader D, [et al.]. High-resolution tensor MR elastography for breast tumour detection. *Phys Med Biol*. 2000, 45, 1649-1664.
8. Van Houten E, Doyley M, Kennedy F, [et al.]. Initial in vivo experience with steady-state subzone-based MR elastography of the human breast. *J Magn Reson Imaging*. 2003, 17, 72-85.
9. Parisky Y, Sardi A, Hamm R, [et al.]. Efficacy of computerized infrared imaging analysis to evaluate mammographically suspicious lesions. *AJR Am J Roentgenol*. 2003, 180, 263-269.
10. *International Academy of Clinical Thermography*. What is breast thermography. <http://www.iact-org.org>.
11. Amalric R, Giraud D. *International Academy of Clinical Thermography. A review of breast thermography*. <http://www.iact-org.org>.
12. Ng E, Sudharsan N. Computer simulation in conjunction with medical thermography as an adjunct tool for early detection of breast cancer. *BMC Cancer*. 2004, 4, 17.
13. Wilson D, George D, Mansel R, [et al.]. Circadian breast skin temperature rhythms: overt and occult benign and occult primary malignant breast disease. *Chronobiol Int*. 1984, 1, 167-172.
14. Cuzick J, Holland R, Barth V, [et al.]. Electropotential measurements as a new diagnostic modality for breast cancer. *Lancet*. 1998, 352, 359-363.
15. Seventy-second meeting of the obstetrics and gynecology devices. Advisory panel Meeting. Summary minutes [August 29, 2006]. <http://www.fda.gov/ohrms/dockets/ac/06/minutes/2006-4231m1-02-Summary-Final.htm>.
16. Moss S, Blanks R, Bennett R. Is radiologists' volume of mammography reading related to accuracy? A critical review of the literature. *Clin Radiol*. 2005, 60, 623-626.
17. Joines W, Zhang Y, Li C, [et al.]. The measured electrical properties of normal and malignant human tissues from 50 to 900 MHz. *Med Phys*. 1994, 21, 547-550.
18. Li D, Meaney P, Tosteson T, [et al.]. Comparisons of three alternative breast modalities in a common phantom imaging experiment. *Med Phys*. 2003, 30, 2194-2205.
19. Surowiec A, Stuchly S, Barr J, [et al.]. Dielectric properties of breast carcinoma and the surrounding tissues. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1988, 35, 257-263.
20. Fear E. Microwave imaging of the breast. *Technol Cancer Res Treat*. 2005, 4, 69-82.
21. Jiang H, Iftimia N, Xu Y, [et al.]. Near-infrared optical imaging of the breast with model-based reconstruction. *Acad Radiol*. 2002, 9, 186-194.
22. Ntziachristos V, Chance B. Probing physiology and molecular function using optical imaging: applications to breast cancer. *Breast Cancer Res*. 2001, 3, 41-46.
23. Jiang H, Xu Y, Iftimia N, [et al.]. Three-dimensional optical tomographic imaging of breast in a human subject. *IEEE Trans Med Imaging*. 2001, 20, 1334-1340.
24. Andrews R, Mah R. The NASA Smart Probe Project for real-time multiple microsensor tissue recognition. *Stereotact Funct Neurosurg*. 2003, 80, 114-119.
25. Andrews R. Neuroprotection trek the next generation: the measurement is the message. *Ann N Y Acad Sci*. 2005, 1053, 1-11.
26. Kerlikowske K, Smith-Bindman R, Ljung B, [et al.]. Evaluation of abnormal mammography results and palpable breast abnormalities. *Ann Intern Med*. 2003, 139, 274-284.
27. Szabo-Moskal J, Lasek W, Kozłowska R, [i wsp.]. Rola przedoperacyjnego znakowania zmian niepalpacyjnych dla wczesnego wykrywania raka sutka. *Ginekol Pol*. 2005, 76, 15-19.
28. Johnson A, Henry-Tillman R, Smith L, [et al.]. Percutaneous excisional breast biopsy. *Am J Surg*. 2002, 184, 550-554.
29. Haj M, Kniaz D, Eitan A, [et al.]. Three years of experience with advanced breast biopsy instrumentation (ABBI). *Breast J*. 2002, 8, 275-280.
30. Deshpande A, Garud T, Holt S. Core biopsy as a tool in planning the management of invasive breast cancer. *World J Surg Oncol*. 2005, 3, 1.
31. Margolin F, Kaufman L, Denny S, [et al.]. D. Metallic marker placement after stereotactic core biopsy of breast calcifications: comparison of two clips and deployment techniques. *AJR Am J Roentgenol*. 2003, 181, 1685-1690.
32. Esserman L, Cura M, DaCosta D. Recognizing pitfalls in early and late migration of clip markers after imaging-guided directional vacuum-assisted biopsy. *Radiographics*. 2004, 24, 147-156.
33. Singh H, Kilpatrick S, Silverman J. Fine needle aspiration biopsy of soft tissue sarcomas: utility and diagnostic challenges. *Adv Anat Pathol*. 2004, 11, 24-37.
34. Pisano E, Fajardo L, Caudry D, [et al.]. Fine-needle aspiration biopsy of nonpalpable breast lesions in a multicenter clinical trial: results from the radiologic diagnostic oncology group V. *Radiology*. 2001, 219, 785-792.
35. Domchek S. The utility of ductal lavage in breast cancer detection and risk assessment. *Breast Cancer Res*. 2002, 4, 51-53.
36. Dooley W, Ljung B, Veronesi U, [et al.]. Ductal lavage for detection of cellular atypia in women at high risk for breast cancer. *J Natl Cancer Inst*. 2001, 93, 1624-1632.
37. Smith R, Cokkinides V, Eyre H, [et al.]. American Cancer Society guidelines for the early detection of cancer. *CA Cancer J Clin*. 2004, 54, 41-52.