

Wśród wielu nowych metod badawczych stosowanych w ginekologii na szczególną uwagę zasługuje metoda badania przepływów w kolorze, zwana kolorowym Dopplerem.

Urządzenia wyposażone w funkcję kolorowego Dopplera ukazują badany obszar z nałożoną na czarno-biały obraz kolorową mapą, która jest utworzona przez struktury będące w ruchu (tabl. I na wkładce barwnej).

Najczęściej kolorowe echa utworzone są przez będące w ruchu elementy morfologiczne krwi.

Obecnie kolorowy Doppler najczęściej znajduje zastosowanie w badaniu ginekologicznym w przypadku podejrzenia procesu nowotworowego.

Z tą techniką wiąże się duże nadzieje w diagnostyce niepłodności i ocenie funkcji narządów płciowych.

Rozwój technik obliczeniowych i procesorów doprowadziły do zwiększenia możliwości diagnostycznych USG. Pozwoliło to na uzyskanie cyfrowej obróbki uzyskanych obszarów. Jednym z przykładów zastosowania praktycznego nowych możliwości obliczeniowych jest ultrasonografia trójwymiarowa (3D). Zasada, na której jest oparta, podobna jest do tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego. Seria obrazów dwuwymiarowych (2D) wprowadzana jest do pamięci komputera i po obróbce powstaje obraz przestrzenny (3D). Do stworzenia dobrego obrazu wystarcza 60–80 przekrojów. Mogą być odtwarzane i wyświetlane na ekranie komputera jako obrazy w trzech płaszczyznach: czołowej, strzałkowej i podłużnej.

W nowoczesnych aparatach obrazy USG mogą być przechowywane w postaci cyfrowej. Archiwizacja ich pozwala na stworzenie bazy danych i porównanie kolejnych badań. Dane z takiego archiwum są łatwe do odtwarzania i stanowią cenną pomoc w czasie ćwiczeń szkoleniowych.

Rozwój Internetu i Infostrad pozwala na przesyłanie obrazów czy danych do ekspertów na całym świecie. Pokazuje to, jakie nowe perspektywy stwarza rozwój telemedycyny w diagnostyce obrazowej.

Radiologia dziś to po prostu zbiór metod stosujących różne rodzaje promieniowania w celu rozpoznawania lub leczeniu chorób. Jej część diagnostyczna, zwana dziś powszechnie **diagnostyką obrazową**, obejmuje następujące metody:

- klasyczną diagnostykę rentgenowską (rtg),
- ultrasonografię (USG),
- tomografię komputerową (KT),
- tomografię rezonansu magnetycznego (MR).

Powszechną metodą obrazowania w ginekologii jest ultrasonografia z jej różnymi opcjami i wariantami (opisana szczegółowo w rozdz. 5.1). Zdarza się jednak, że badanie USG trzeba uzupełnić pozostałymi wyżej wymienionymi metodami.

5.2.1.

Klasyczne metody radiologiczne

Są to podstawowe i powszechnie stosowane badania diagnostyczne. Należą do nich zdjęcia rentgenowskie klatki piersiowej (ryc. 5.10), jamy brzusznej, układu kostnego, badania rtg górnego odcinka przewodu pokarmowego (przełyk, żołądek, dwunastnica), badanie jelita grubego (wlew kontrastowy), urografia, histerosalpingografia i mammografia.

Badania radiologiczne klatki piersiowej wykonuje się z reguły u wszystkich pacjentek przed zabiegiem operacyjnym. Ponadto wykonuje się je w celu stwierdzenia lub wykluczenia obecności przerzutów nowotworów sutka lub narządów płciowych (np. *choriocarcinoma*) w tkance płucnej, węzłach chłonnych śródpiersia lub w opłucnej. W tym celu wykonuje się zdjęcia rtg przeglądowe klatki piersiowej w projekcji tylno-przedniej, bocznej, rzadziej skośnej oraz w miarę potrzeby zdjęcia warstwowe (tomograficzne). W celu oceny dynamiki choroby nowotworowej zdjęcia rtg klatki piersiowej wykonuje się przed leczeniem, w jego trakcie i po leczeniu.

Użytecznym badaniem w niektórych sytuacjach klinicznych jest **wykonywanie zdjęć jamy brzusznej** – w pozycji stojącej lub leżącej poziomą wiązką promieni X, w celu wykluczenia lub wykazania objawów rtg niedrożności lub perforacji przewodu pokarmowego.



Ryc. 5.10. Zdjęcie rtg klatki piersiowej tylnoprzodnie. Liczne przerzuty nowotworowe raka szyjki macicy do płuc.

Badanie **górnego odcinka przewodu pokarmowego** może wykazać nacieki nowotworowy w sytuacji podejrzenia raka typu Krukenberga.

W celu oceny rozległości nowotworu narządu płciowego wykonuje się badania radiologiczne **jelita grubego**. Badanie to umożliwia wybór techniki operacyjnej w przypadku naciekania jelita (esicy lub kątnicy) przez nowotwór ww. narządów (ryc. 5.11).



Ryc. 5.11. Badanie jelita grubego. Naciek esicy przez guz jajnika.

Urografia dożylna pozwala ocenić stosunek guza, zwłaszcza jajnika, do moczowodów. Mimo bowiem powszechnego stosowania badania USG do oceny dróg moczowych, w zasadzie jak dotąd jedynie urografia pozwala ocenić stopień przemieszczenia moczowodu, jego ucisk lub naciekanie przez nowotwór narządów płciowych. Ma to zasadnicze znaczenie dla planowanego zabiegu, gdyż zabieg ten powinni wykonywać wspólnie ginekolog i urolog. Urografia jest również metodą z wyboru w przypadkach powikłań pooperacyjnych (uszkodzenia moczowodów) oraz współistnienia wad rozwojowych układu moczowego z wadami narządów płciowych (ryc. 5.12).

W razie podejrzenia **przerzutów nowotworu narządów płciowych** (przez ciągłość lub drogą krwionośną) do kości, pomocne są zdjęcia rtg kości zwłaszcza



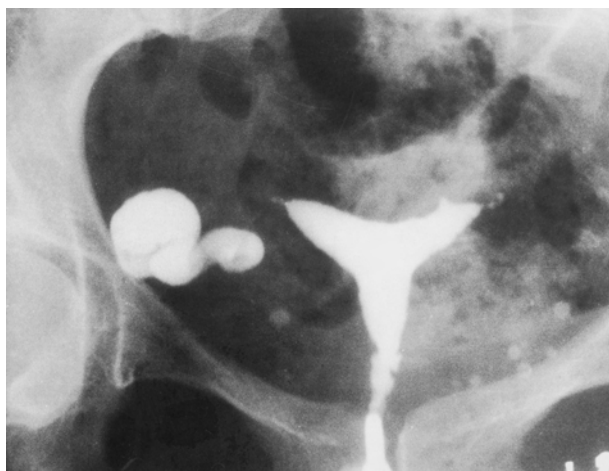
Ryc. 5.12. Urografia. Przemieszczenie bez naciekania obu moczowodów przez duży guz jajnika.

miednicy. Metodą jednak znacznie czulszą w tych przypadkach jest badanie scyntygraficzne kości (izotopowe). Również badanie rtg kości może być przydatne w przypadku podejrzenia złamania u kobiet z osteoporozą w okresie około- lub pomenopauzalnym.

Histerosalpingografia (HSG) jest to metoda umożliwiająca uwidocznienie macicy oraz jajowodów po podaniu bezpośrednio do jamy macicy jodowego środka cieniującego przy zastosowaniu cewników jednorazowych lub aparatu Schultzego. Badanie polega na dynamicznej ocenie przechodzenia środka cieniującego przez kolejne odcinki wewnętrznych narządów płciowych oraz wykonaniu dokumentacji zdjęciowej.

Podstawowym wskazaniem do wykonania HSG jest diagnostyka niepłodności. Poszukując jej przyczyn można dzięki tej metodzie rozpoznać wady wewnętrznych narządów płciowych, całkowitą lub tylko częściową niedrożność jajowodów (ryc. 5.13).

Mammografia jest podstawową metodą diagnostyczną gruczołów sutkowych. Jej największą zaletą jest możliwość wykrycia małego, niepalpacyjnego raka już o średnicy 3–5 mm. Jako metoda wystandaryzowana ma szerokie i wieloletnie zastosowanie w badaniach kobiet bezobjawowych (tzw. badania skriningowe). W Polsce ze względów ekonomicznych częściej wykonuje się mammografię diagnostyczną u kobiet z już stwierdzanymi palpacyjnymi zmianami lub z dolegliwo-



Ryc. 5.13. Histerosalpingografia. Niedrożność lewego jajowodu, zmiany zapalne prawego jajowodu, prawidłowa macica.

ściami bólowymi. Czulość mammografii w wykrywaniu wczesnych, niezaawansowanych postaci raka jest wysoka, sięga bowiem 95%. Czulość jest niższa u kobiet z gęstogruzołą budową sutka, który zawiera niewiele tkanki tłuszczowej. Zawsze w takiej sytuacji konieczne jest zastosowanie uzupełniającego badania USG głowicami liniowymi o częstotliwości nie mniejszej niż 7 MHz. Mammografia jest bezwzględnie przeciwwskazana u kobiet młodych, ciężarnych i w okresie laktacji. Skriningowo wykonuje się ją u kobiet po 35 roku życia, zwłaszcza u tych, które są w grupach zwiększonego ryzyka zachorowania na raka. W niektórych krajach skrining rozpoczyna się po 40. rż., badanie to powinno się regularnie powtarzać co 1–2 lata w zależności od sytuacji klinicznej, terapii hormonalnej czy w sytuacji obciążenia genetycznych. Mammografię u kobiet miesiączkujących powinno się wykonywać w ciągu pierwszych 10 dni cyklu miesiączkowego.

5.2.2.

Tomografia komputerowa (TK)

Jest to metoda badania polegająca na rejestracji danych z warstwy narządu w matrycy cyfrowej i rekonstrukcji obrazu morfologicznego przez komputer na ekranie monitora telewizyjnego. Tomografia komputerowa powszechnie dziś wykonywana na świecie, również w Polsce, jest rodzajem tomografii komputerowej rentgenowskiej (transmisyjnej) z różnymi jej opcjami, w odróżnieniu od rzadziej stosowanej tomografii emisyjnej (izotopowej). W tomografii komputerowej transmisyjnej źródłem promieniowania jest lampa rentgenowska, a pomiaru współczynnika osłabienia promieniowania X (popularnie zwanej gęstością narządu lub ogniska patologicznego) dokonuje układ detektorów ułożonych przeciwstawnie do lampy rtg. Duża zdolność rozdzielcza i możliwość obróbki komputerowej pozwala na precyzyjną ocenę struktury badanego narządu i uwidocznienia ognisk patologicznych o średnicy kilku milimetrów. Badanie to pozwala na uwidocznienie obrazów warstwowych



Ryc. 5.14. Tomografia komputerowa miednicy. Guz macicy naciekający dno pęcherza moczowego i okolice prawych przymacicz.

badanego narządu lub przestrzeni ciała w płaszczyźnie poprzecznej i skośnej, a rekonstrukcja tych warstw może zostać dokonana w płaszczyźnie czołowej, strzałkowej i wieńcowej. W ginekologii, zwłaszcza onkologicznej, TK jest metodą pomocną w wielu sytuacjach klinicznych, uzupełniając badanie USG jamy brzusznej i miednicy lub je zastępując. Dotyczy to zwłaszcza kobiet otyłych lub świeżo po zabiegach operacyjnych na jamie brzusznej. Metoda przydatna jest w obrazowaniu zmian w jajnikach, tym bardziej że w TK istnieje możliwość natychmiastowego powtórzenia badania w tych samych warunkach, tych samych zmian, w tych samych warstwach, po zastosowaniu wzmocnienia kontrastowego, tj. po szybkim, dożylnym (bolus) wstrzyknięciu środka cieniującego. Pozwala to na różnicowanie zmian litych, torbielowatych, ropnych, ewentualnie rozpadu (martwicy) w guzach nowotworowych lub naciekania okolicznych narządów i struktur tkankowych. Tomografia komputerowa może być pomocna w przypadkach trudnych do oceny na podstawie innych metod diagnostycznych, np. stwierdzenia czy mamy do czynienia ze zmianą wychodzącą z narządu płciowego, czy też z innych narządów lub przestrzeni zaotrzewnowej. Badanie to jest również pomocną metodą w poszukiwaniu przerzutów nowotworów do mózgu. Ponadto umożliwia ocenę rozległości miejscowej procesu nowotworowego narządów płciowych, jak również przerzutów odległych do innych narządów i przestrzeni zaotrzewnowej (ryc. 5.14).

5.3.

Tomografia rezonansu magnetycznego (MR)

Iwona Szpakowska-Rzyska, Kazimierz Rzyski

Jest to nieinwazyjna i nienarazająca badanego na promieniowanie jonizujące metoda obrazowania całego ciała ludzkiego. Dotychczas nie stwierdzono szkodliwego

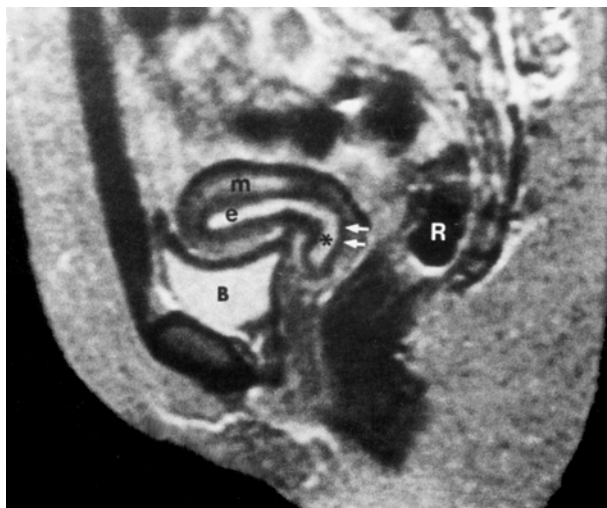
działania związanego z jej stosowaniem. Badanie to, ujmując najogólniej, jest sposobem warstwowego uwidaczniania części ciała ludzkiego lub jego narządów, wykorzystującym zjawisko wzbudzenia protonów w ustroju oraz badającym czas zanikania tego wzbudzenia.

Jądra atomów, które zawierając nieparzystą liczbę protonów (dotyczy to głównie wodoru, którego w ustroju jest ok. 70%), mają spin (moment pędu) i wraz z ładunkiem elektrycznym wykazują w ruchu moment magnetyczny. Oznacza to, że zachowują się jak małe magnesy. Pod wpływem pola magnetycznego układają się one w sposób uporządkowany, co oznacza, że wektory ich momentów ustawiają się w tym samym kierunku. Jeśli podda się je następnie działaniu fal radiowych, których częstotliwość równa się częstotliwości precesji protonów, to ulegną one wzbudzeniu, czyli zaczną rezonować w polu magnetycznym. Częstotliwość tego efektu rezonansowego zależy od natężenia głównego pola magnetycznego. Zależnie od czasu, w którym zadziała zmienne pole magnetyczne, protony odchylają się od osi równowagi ulegając odwróceniu o 90–180 stopni. Sygnał otrzymany natychmiast po zadziałaniu impulsu jest proporcjonalny do liczby rezonujących protonów, czyli ich gęstości. Zanikanie sygnału – w tym czasie protony wracają do czasu równowagi – ma przebieg wykładniczy i znane jest jako relaksacja spin–siatka, których stała czasowa nazywa się T1. Protony wprowadzone w rezonans przez impuls o częstotliwości radiowej poruszają się synchronicznie. Po ustaniu działania zewnętrznego pola magnetycznego ich momenty zaczynają oddziaływać na siebie. Zjawisko to znane jest jako proces oddziaływania spin–spin, w których synchronizm ruchu zanika ze stałą czasową T2. Opisane wyżej trzy elementy, tj. gęstość protonów, czas relaksacji spin–siatka T1 i czas relaksacji spin–spin T2, tworzą sygnał rezonansu magnetycznego protonów. Obrazowanie w tomografii rezonansu magnetycznego opiera się więc na zjawisku wzbudzenia i pomiaru rezonansu momentu magnetycznego pola jąder atomów pod działaniem rozległego, statycznego pola magnetycznego oraz stałych zmiennych pól magnetycznych. Musi zostać jeszcze jednak spełniona podstawowa zasada tomografii, czyli trzeba uzyskać rejestrację sygnałów pochodzących z dowolnie wybranej warstwy badanego obiektu.

Natężenie sygnału przedstawia się w skali szarości, tj. od sygnału jasnego do sygnału ciemnego, przy czym sygnały o silnym natężeniu dają obraz jasny, a o słabym – ciemny.

Zasadniczą składową aparatu rezonansu magnetycznego jest magnes służący do wytwarzania pola magnetycznego, oddziałującego na protony organizmu. Cewki gradientowe służą do wytwarzania gradientowego pola magnetycznego w celu określenia przestrzennego umiejscowienia sygnału rezonansowego. Komputer służy do rekonstrukcji obrazu, który pojawia się, podobnie jak w tomografii komputerowej rentgenowskiej, na monitorze pulpitu sterowniczego.

Tomografia rezonansu magnetycznego ma nadal największe i najszersze zastosowanie w ocenie zmian w ośrodkowym układzie nerwowym. Obok USG i TK tomografia rezonansu magnetycznego jest dziś również bardzo przydatna w ginekologii, zwłaszcza onkologicznej. Umożliwia ocenę rozległości zmian nowotworowych, zwłaszcza w raku szyjki i trzonu macicy, głównie w projekcji bocznej



Ryc. 5.15. Tomografia rezonansu magnetycznego miednicy w projekcji bocznej. Obraz prawidłowy. B – pęcherz moczowy, R – odbytnica, m – myometrium macicy, e – endometrium macicy, strzałki – szyjka macicy.

w czasie relaksacji T2, średnio silny sygnał z *myometrium* pozwala bowiem na bardzo dobre odróżnienie od *endometrium*, które daje sygnał bardzo intensywny. Jest to niewątpliwie lepsza metoda od TK w obrazowaniu macicy i w ocenie stanu zaawansowania nowotworu tego narządu. Dla lepszego uwidocznienia zmian patologicznych w MR badanie to powtarza się w czasie relaksacji T1 po dożylnym wstrzyknięciu paramagnetycznego środka kontrastowego DTPA (gadolinum).

Tomografia rezonansu magnetycznego w schorzeniach jajnika nie wykazuje wyższości nad dobrym badaniem ultrasonograficznym ani nad tomografią komputerową. Natomiast MR w raku szyjki macicy jest metodą z wyboru. W tomografii komputerowej trudno, na ogół, wyróżnić guz spośród prawidłowej tkanki szyjki macicy i metoda ta nie pozwala na pomiar guza ani na ocenę naciekania przymacicza. Ultrasonografia dopochwowa jest skuteczną metodą w diagnostyce raka szyjki macicy, choć jej wartość jest ograniczona w przypadku dużego guza oraz wnikania jego do *endometrium* i *parametrium*.

Rezonans magnetyczny jest najbardziej przydatny w wykrywaniu małych guzów, do 4 cm. Również u kobiet z histologicznym rozpoznaniem *adenocarcinoma* badanie MR jest bardzo istotne dla wykazania, czy guz wnika do kanału szyjki macicy lub do *endometrium*. Najbardziej przydatne jest to badanie w czasie relaksacji T2 w projekcji bocznej. Skuteczność MR w wykrywaniu i ocenie rozległości raka szyjki macicy określa się na ok. 90% (ryc. 5.15).

Większość badaczy uważa, że w raku *endometrium* badanie MR jest metodą równą co do skuteczności rozpoznawczej badaniu ultrasonograficznemu. Należy tu wspomnieć jeszcze o wartości badania MR w wykrywaniu gruczolaków w przysadce. Uważa się, że w każdym przypadku wykrycia gruczolaka w przysadce w badaniu KT, przed zabiegiem operacyjnym, jak również w sytuacji klinicznej wskazującej na obecność mikrogruczolaka, mimo negatywnego badania KT należy wykonać badanie MR przysadki. Natomiast w przypadku podejrzenia zmian w nadnerczach zwykle wystarcza badanie KT.