

## **Pytania do testu będą przygotowane z zakresu: zagrożenia i przeciwwskazania do stosowania poszczególnych metod obrazowania**

### **Badanie RTG**

Promieniowanie X powstaje w wyniku hamowania elektronów przez materię, lub w czasie przechodzenia elektronów w atomie z poziomów o wyższej energii na poziomy o energii niższej. Promieniowanie X cechuje duża przenikliwość.

Promieniowanie rentgenowskie wytwarzane jest w tzw. lampach rentgenowskich, które zawierają elektrody wytwarzające pole elektryczne. Elektrony uwalniane z katody pędzą w kierunku anody, na której są wyhamowywane. Energia, którą tracą jest emitowana w postaci fotonów – tzw. promieniowania hamowania. Widmo tego promieniowania jest ograniczone napięciem doprowadzonym do elektrod. Elektron po dotarciu do anody może wybić z niej inny elektron (jonizacja), a w atomie powstaje wolne miejsce, które jest od razu zajmowane przez elektron z zewnętrznej powłoki. Energia powstała przy takim przejściu jest emitowana w postaci fotonu o ściśle określonej długości fali (promieniowanie charakterystyczne). Promieniowanie hamowania i charakterystyczne składają się na promieniowanie rentgenowskie.

Promieniowanie rentgenowskie jest promieniowaniem jonizującym, które wywołuje w obojętnych atomach i cząsteczkach materii zmiany w ładunkach elektrycznych, czyli jonizację. Promieniowanie jonizujące powoduje radiolizę wody, czyli jej rozkład na jony. W wyniku tego procesu powstają wolne rodniki, które mogą wchodzić w reakcje ze składnikami komórki, np. uszkadzając DNA. Małe dawki promieniowania wywołują niewielkie zmiany, które organizm łatwo kompensuje. Duże dawki mogą powodować zmiany nieodwracalne i ostatecznie prowadzić do obumierania komórek.

Czułość tkanki ludzkiej na promieniowanie jonizujące jest różna. Najczulsze są organy krwiotwórcze i tkanki rozrodcze, najmniej czułe są mózg i mięśnie.

Zdjęcie rentgenowskie powstaje w wyniku przechodzenia strumienia promieniowania X przez wybraną część ciała badanego, który ulega osłabieniu podczas przenikania przez różne tkanki ciała. W tej metodzie wykorzystane jest zjawisko różnego pochłaniania promieniowania rentgenowskiego przez różne tkanki. Ilość pochłoniętego promieniowania jest zależna od gęstości tkanki. Promieniowanie najpierw przechodzi przez pacjenta, a następnie trafia na promienioczułą błonę fotograficzną (klisze rentgenowską) gdzie jest rejestrowany obraz. Osłabiony strumień promieni X pada na kawałek kliszy powodując jej zacernienie, proporcjonalnego do jego osłabienia. Tkanka kostna wykazuje znacznie większą zdolność pochłaniania promieniowania niż otaczające je tkanki miękkie, dzięki czemu widoczna jest na kliszy jako miejsce niezacernione.

W dawkach stosowanych w diagnostyce medycznej promieniowanie rentgenowskie nie powinno powodować działań niepożądanych, należy jednak zachować ostrożność i nie stosować diagnostyki rentgenowskiej bez potrzeby. Reakcja organizmu na promieniowanie X zależy od:

- Dawki pochłoniętego promieniowania
- Wiekowi (komórki płodu, lub osoby młodej są bardziej promienioczułe niż osób dorosłych)

- Narządów i tkanek narażonych na promieniowanie (najbardziej wrażliwe i podatne na uszkodzenia są jądra, jajniki, szpik, krew obwodowa, nabłonek przewodu pokarmowego i układ chłonny, natomiast za mało wrażliwe uznaje się kości i chrząstki poza okresem wzrostu

Promieniowanie rentgenowskie może wpływać na rozwój płodu, dlatego unika się ekspozycji kobiet ciężarnych. Ze względów bezpieczeństwa zaleca się wykonywać badania u kobiet w wieku rozrodczym, szczególnie u tych planujących ciążę, w pierwszych dwóch tygodniach po menstruacji, czyli w I fazie cyklu, aby uniknąć niepotrzebnego ryzyka. Każda kobieta zanim wybierze się na badanie rentgenowskie powinna mieć pewność, że nie jest w ciąży. Jeżeli istnieje podejrzenie istnienia ciąży należy dla bezpieczeństwa wstrzymać się z badaniem.

Przy każdym napromieniowaniu pacjentów, a w szczególności kobiet ciężarnych i osób w wieku do 18 lat, należy stosować osłony na części ciała nie objęte wiązką pierwotną, lecz narażone na promieniowanie uboczne i rozproszone. Należy dbać o to, by o ile to możliwe, nie poddawać ekspozycji narządów rozrodczych, tzn. Jąder i jajników. Szczególne środki ostrożności obowiązują zawsze u małych dzieci i młodzieży. Obecnie wszystkie aparaty do RTG są wyposażone w specjalne przesłony, ograniczające promieniowanie. Fartuchy z gumy ołowiowej są używane jako osłona chroniąca przed promieniowaniem te części ciała, które nie są badane

### **Tomografia komputerowa**

Tomografia komputerowa to nowoczesna metoda wykorzystująca promieniowanie rentgenowskie w celu wielopłaszczyznowego uwidocznienia badanych tkanek i narządów. Istotą techniki jest odwzorowanie narządów w przekrojach, warstwami, czyli wykonywanie zdjęć tomograficznych (tomos – dzielący, graphos – zapis).

Badanie polega na prześwietleniu danego odcinka ciała wiązką promieni i pomiarze ich pochłaniania przez tkanki o różnej gęstości. Zjawisko pochłaniania promieni rentgenowskich przechodzących przez tkanki pozwala na uzyskanie obrazu o różnych odcieniach szarości. Tkanki zawierające powietrze (np. płuca) pochłaniają nieznaczną część promieniowania – są ciemne na obrazach KT, narządy mięsiste pochłaniają część promieniowania – odpowiadają im różne odcienie szarości, kości i zwapnienia charakteryzujące się wysokim pochłanianiem są jasne w obrazach KT. Dzięki temu można zlokalizować ognisko chorobowe nawet kilkumilimetrowej średnicy, a obrazy narządów przedstawić z dokładnością zbliżoną do obrazów przedstawianych w atlasie. Zaawansowane techniki komputerowe umożliwiają wtórną obróbkę obrazu polegającą m.in. na tworzeniu rekonstrukcji płaszczyznowych i trójwymiarowych.

Aby zwiększyć kontrast pomiędzy poszczególnymi narządami poddawany badaniu, podaje się dożylnie związki jodowe, niejonowe, np. Omnipaque, Ultravist.

W zależności od oczekiwanych zmian związki te podawane są dożylnie w postaci jednorazowego zastrzyku lub za pomocą wolniejszego wlewu za pomocą strzykawki automatycznej.

Przed wykonaniem badania konieczna jest pisemna zgoda pacjenta na dożylnie podanie środka cieniującego.

Obecnie bardzo rzadko obserwuje się reakcje uboczne po podaniu środków cieniujących. Mogą mieć one jedynie charakter miejscowy (tzn. zaczerwienienie, pokrzywka, uczucie gorąca w miejscu podania) lub ogólny (działanie na nerki, układ sercowo-naczyniowy, nerwowy, immunologiczny).

O konieczności dożylnego podania środka kontrastowego decyduje podczas badania lekarz radiolog.

Badania szyi, klatki piersiowej, jamy brzusznej i miednicy z zasady powinny być wykonywane z zastosowaniem dożylnego kontrastu.

Przed skierowaniem pacjenta na badanie KT lekarz musi rozważyć czy korzyści z badania przeważają nad potencjalnymi zagrożeniami wynikającymi ze stosowania promieniowania jonizującego i środków kontrastowych.

Z uwagi na pochłonięcie względnie dużej dawki promieniowania rentgenowskiego, badanie nie powinno być nadużywane i powtarzane bez powodu.

Nie powinno być wykonywane u kobiet będących w ciąży (zwłaszcza w pierwszym trymestrze).

Należy unikać wykonywania badania u kobiet w II połowie cyklu miesięcznego, u których zaistniała możliwość zapłodnienia.

Unika się wykonywania badania u osób z klaustrofobią.

Małym dzieciom przed badaniem podaje się środki uspokajające.

### **Ultrasonografia**

Ultrasonografia, USG to nieinwazyjna, atraumatyczna metoda diagnostyczna, pozwalająca na uzyskanie obrazu przekroju badanego obiektu. Metoda ta wykorzystuje zjawisko rozchodzenia się, rozpraszania oraz odbicia fali ultradźwiękowej na granicy założeniu stałej prędkości fali w różnych tkankach równej 1540 m/s. W ultrasonografii medycznej wykorzystywane są częstotliwości z zakresu ok. 2-50 MHz. Fala ultradźwiękowa najczęściej generowana jest oraz przetwarzana w impulsy elektryczne przy użyciu zjawiska piezoelektrycznego. Pierwsze doświadczenia nad wykorzystaniem ośrodków, przy ultrasonografii w diagnostyce prowadzone były w trakcie i zaraz po II wojnie światowej, a ultrasonografy wprowadzone zostały do szpitali na przełomie 60. i lat 70. XX wieku (jednym z pierwszych klinicznych zastosowań była diagnostyka płodu).

Każdy aparat ultradźwiękowy zbudowany jest z sondy – głowicy, w której znajduje się przetwornik wytwarzający i odbierający ultradźwięki. W wyniku zamiany impulsu akustycznego na impuls elektryczny i wprowadzeniu skali szarości przez układy elektroniczne w ultrasonografie, na ekranie monitora powstaje obraz wybranej warstwy narządu czy tkanki. Przesuwając głowicą aparatu, uzyskuje się obrazy całego badanego narządu.

W nowoczesnych urządzeniach ultrasonograficznych, pracujących w tzw. czasie rzeczywistym, można zatrzymać – „zamrozić” obraz wybranej warstwy narządu na ekranie monitora telewizyjnego i dokonać pomiarów: odległości dowolnych punktów, długości obwodu i pola powierzchni dowolnej struktury, wielkości kąta zawartego między elementami anatomicznymi oraz objętości dowolnej przestrzeni. Obraz widoczny na ekranie monitora można w każdej fazie badania zarejestrować m.in. na taśmie video, papierze drukarki termoczułej, filmie rentgenowskim, filmie zwykłego aparatu fotograficznego, dyskietce komputera i innych.

Tkanka kostna oraz powietrze w przewodzie pokarmowym i płucach odbijają fale ultradźwiękowe całkowicie. Dlatego niemożliwa jest ocena wnętrza kości.

Badania mózgowia metodą ultrasonograficzną można jedynie wykonywać u dzieci przez ciemiaczko, a u dorosłych przez otwory trepanacyjne.

Powietrze w przewodzie pokarmowym i płucach stanowi przeszkodę w obrazowaniu narządów położonych głębiej

USG dopplerowskie – jedno z podstawowych badań w diagnostyce chorób układu krążenia. Pozwala na ocenę przepływu krwi w dużych tętnicach i żyłach, wykorzystując zmiany długości fal ultradźwiękowych odbitych od poruszających się krwinek. Analizując odbitą od nich falę ultradźwiękową można wykreślić kierunek i sposób przepływu krwi.

To zjawisko obserwowane dla fal, polegające na powstawaniu różnicy częstotliwości wysyłanej przez źródło fali oraz zarejestrowanej przez obserwatora, który porusza się względem źródła fali. Dla fal rozprzestrzeniających się w ośrodku, takich jak na przykład fale dźwiękowe, efekt zależy od prędkości obserwatora oraz źródła względem ośrodka, w którym te fale się rozchodzą.

W praktyce klinicznej badania ultrasonograficzne wykonywane są na świecie od roku 1957. Nie zaobserwowano dotąd wyraźnie udokumentowanych naukowo powikłań.

Stosowany w diagnostyce ultrasonograficznej (w odróżnieniu od terapii) czas trwania impulsu akustycznego nie wywołuje zjawiska rezonansu w organellach komórkowych, również „moc” fali akustycznej przenosząca energię rzędu miliwatów nie wywołuje zmian na poziomie submolekularnym. Zakładając jednak, że nie poznano dotąd wszystkich efektów biologicznych oddziaływania fal akustycznych na żywą tkankę, należy stosować zasadę mówiącą, iż badanie ultrasonograficzne przeciwwskazane jest w tych przypadkach, gdzie nie ma wskazań do jego wykonania. Zasada ta szczególnie powinna dotyczyć kobiet we wczesnej ciąży.

Jedynym bezwzględny przeciwwskazaniem do badania jest obecność otwartych ran części miękkich, uszkodzeń kości, otwartych infekcji oraz oparzeń w polu badania. Przeciwwskazanie względne stanowią świeżo zamknięte złamania, gdyż w takim przypadku wynik badania USG przeważnie nie pociąga za sobą konsekwencji terapeutycznych, a może narażać chorego na niepotrzebny ból.

Nie ma dowodów naukowych na to, że to badanie jest szkodliwe dla płodu.

Opisuje się jedynie efekt nieznacznego wzrostu temperatury w tkankach poddawanych działaniu ultradźwięków – dlatego we wczesnej ciąży USG powinno trwać krótko.

### **Rezonans magnetyczny**

Badanie to polega na umieszczeniu pacjenta w komorze aparatu, w stałym polu magnetycznym o wysokiej energii. Powoduje to, że linie pola magnetycznego jąder atomów – w organizmie człowieka – ustawiają się równolegle do kierunku wytworzonego pola magnetycznego.

Dodatkowo sam aparat emituje fale radiowe, które docierając do pacjenta i jego poszczególnych tkanek wzbudzają w nich powstanie podobnych fal radiowych (to zjawisko nazywa się rezonansem), które z

kolei zwrotnie są odbierane przez aparat. W praktyce jako „rezonator” wykorzystuje się jądro atomu wodoru. Liczba jąder wodoru w poszczególnych tkankach jest różna, co między innymi umożliwia powstawanie obrazu. Komputer dokonując skomplikowanych obliczeń, na ekranie przedstawia uzyskane dane w formie obrazów struktur anatomicznych. Komputer na żądanie operatora może dokonać też obliczeń w taki sposób, aby przedstawić obraz anatomiczny w dowolnie wybranej płaszczyźnie.

Rezonans Magnetyczny wykorzystuje właściwości jąder atomu wodoru, w szczególności jego protonów. Umieszczone w silnym polu magnetycznym ulegają one niewielkiemu namagnesowaniu, pochłaniają impulsy fal elektromagnetycznych o częstotliwości radiowej oraz wysyłają impuls podczas zaniku pobudzenia. Sygnał ten, różniący się natężeniem w zależności od rodzaju tkanki, jest przetwarzany przez system komputerowy i przekształcany w obrazy interpretowane przez radiologów.

Badanie to umożliwia w sposób całkowicie nieinwazyjny ocenę struktur anatomicznych całego człowieka w dowolnej płaszczyźnie i także trójwymiarowo, a szczególnie dobrze ocenę ośrodkowego układu nerwowego (mózg i kanał kręgowy) i tkanek miękkich kończyn (tkanki podskórne, mięśnie i stawy). Obecnie jest to metoda pozwalająca w najlepszy sposób ocenić struktury anatomiczne oraz ewentualną patologię z dokładnością do kilku milimetrów. Badanie służy także nieinwazyjnej ocenie naczyń całego organizmu (tzw. angiografia rezonansu magnetycznego). W angiografii rezonansu magnetycznego przy pomocy aparatu do rezonansu magnetycznego i bez użycia środka kontrastowego (w sposób nieinwazyjny) można otrzymać obraz naczyń krwionośnych i ocenić ewentualne patologie (np. tętniaki, naczynia patologiczne, itp.).

Przeciwskazaniem do badania są: rozrusznik serca, neurostymulator, niemożność pozostawania w bezruchu w czasie badania – ruchy mimowolne, choroba

Parkinsona. Nie zaleca się wykonywania badania MR u kobiet w I trymestrze ciąży. Niektóre wszczepy, implanty oraz ciała obce w organizmie badanego również mogą uniemożliwiać wykonanie badania MR.