

Nowoczesne obrazowanie - scyntygrafia kości w technice obrazowania hybrydowego SPECT-CT

Scyntygrafia kości to jedna z metod obrazowania diagnostycznego - czynnościowego; polegająca na dożylnym podaniu do organizmu preparatu znakowanego izotopem promieniotwórczym Technetem ^{99m}Tc , a następnie zarejestrowaniu obrazu rozkładu radiofarmaceutyku w ciele pacjenta przez specjalne urządzenie rejestrujące zwane gamma kamerą, która sprzężona z systemem komputerowym umożliwia uzyskanie specjalistycznych obrazów diagnostycznych.

W dobie obecnej badanie to dzięki postępowi technologicznemu może być rejestrowane w **technologii objętościowej** (wolumetrycznej) **3D**, co daje możliwość łączenia z każdym badaniem wykonywanym w technice tomograficznej, jak tomografia komputerowa (TK ang. CT) lub rezonans magnetyczny (RM ang. MRI). Techniki te są **w praktyce klinicznej łączone w celu uzyskania optymalnego obrazowania narządów, tkanek czy w technice całego ciała** (ang. Whole body - WB), dając obraz całego ciała chorego lub jego większej części obejmującej głowę, szyję kl. piersiową, jamę brzuszną, miednicę oraz dodatkowo połowę uda. Technika obrazowania tomograficznego całego ciała WB, jest wykorzystywana też w innej technologii medycyny nuklearnej, jakim jest obrazowanie PET, najczęściej u chorych na raka z wykorzystaniem FDG-PET.



Badanie scyntygraficzne kości z wykorzystaniem tej technologii w oparciu o technikę badania tomograficznego SPECT/CT (ang. Single Photon Computed Tomography) oparte jest o rejestrację wolumetryczną 3D z nałożeniem obrazu tomografii komputerowej (CT) na obrazy badania scyntygraficznego. (SPECT). Dlatego obrazy wykonywanego badania scyntygrafii kości w technice WB-SPECT/CT są równie dokładne i miarodajne jak obrazy uzyskiwane w badaniu PET/CT.

Nowa technika hybrydowa wykonywanego w GAMMED badania scyntygraficznego niesie za sobą znacznie wyższą wykrywalność wszelkich zmian chorobowych i jednocześnie pozwala na ich dokładne różnicowanie, co do ich natury. Dla przykładu pozwala z bardzo dużym prawdopodobieństwem charakteryzować widoczną zmianę jako przerzut czy zmianę zwyrodnieniową lub nieprawidłowość.

W przeszłości przy wykorzystaniu starej technologii planarnej badań scyntygraficznych nie była możliwa dokładna charakterystyka metaboliczna (czynnościowa) zmian chorobowych, jaką daje badanie scyntygraficzne łącznie z oceną strukturalną uzyskiwaną dzięki badaniu CT. Tego typu mała swoistość opisanych zmian chorobowych bez ich dokładnej charakterystyki jest nadal piętą Achillesową planarnych badań scyntygraficznych, mimo ich wysokiej czułości w detekcji wszelkich zmian gromadzących radioznacznik. Na podstawie tego typu badania nie można było wystarczająco pewnie określić natury tego typu zmian, tzn. różnicować ognisk przerzutowych od zmian zwyrodnieniowych, przeciążeniowych i innych patologii, które często przebiegają z podwyższonym gromadzeniem radioznacznika, mogącego gromadzić się w kości nie dając odpowiedzi, jakiej natury jest to gromadzenie. Tym samym swoistość standardowego planarnego badania scyntygraficznego pozostawiała wiele do życzenia. Znalazło to uzasadnienie w mniejszym zaufaniu onkologów do tego typu badania, zwłaszcza mając do dyspozycji inne dostępne strukturalne metody obrazowania jak wysokorozdzielcza tomografia komputerowa czy rezonans magnetyczny.

Problem w onkologii, szczególnie w przerzutach do kości, polega bardzo często na pierwotnym zajęciu jam szpikowych i w pierwszej kolejności powolnym zastąpieniu komórek szpiku oraz stopniowej przebudowie metabolicznej w miejscu przerzutu w jamie szpikowej, który w dalszym etapie daje obraz strukturalny przebudowy osteosklerotycznej, czy blastycznej lub litycznej, czyli niszczącej kość. Wszystkie te procesy chorobowe związane z obecnością przerzutów do kości są na początku związane z reakcją metaboliczną, widoczną w badaniach czynnościowych jak scyntygrafia kości lub PET z FDG w drugiej kolejności uzależnione są od czasu i stopnia przebudowy strukturalnej. Dlatego **obraz przerzutu w standardowym badaniu CT krystalizuje się w postaci czytelnych zmian chorobowych z opóźnieniem w porównaniu do badania scyntygraficznego.**



Z uwagi na wykorzystanie techniki rejestracji obrazu tomograficznego i scyntygrafii, możliwa jest jednoczasowa fuzja obrazu czynnościowego i strukturalnego. Innymi słowy, w jednym badaniu mamy obraz czynnościowy i nałożony na niego wysokiej jakości obraz strukturalny, który dokładnie lokalizuje ogniska wzmożonego lub upośledzonego gromadzenia radioznacznika, sugerujące proces chorobowy.

Dzięki dokładnemu odwzorowaniu strukturalnemu miejsc z podwyższonym/obniżonym gromadzeniem radioznacznika jesteśmy w stanie bardzo precyzyjnie wskazać, czy dane gromadzenie radioznacznika

związane jest z patologią przerzutową do kości z powodu choroby podstawowej, czy raczej wynika ze współistnieniem choroby zwyrodnieniowej z dokładnym opisaniem stopnia jej nasilenia i charakteru.

Szereg chorób może ze sobą współistnieć i dokładna analiza wykonana na podstawie jednoczasowego **badania tomografii komputerowej oraz badania scyntygraficznego** daje klinicyście **dokładny wgląd** nie tylko w obraz szkieletu, ale również całego badanego narządu ruchu.

Całościowa interpretacja obrazów scyntygraficznych i strukturalnych wymaga doświadczenia w technikach scyntygraficznych i radiologicznych, ażeby można było prawidłowo interpretować często złożone obrazy diagnostyczne uzyskane za pomocą obu metod. Takie postępowanie jest normą w Centrum GAMMED, a powinno być standardem w każdej pracowni i zastąpić stosowaną jeszcze w niektórych ośrodkach technikę planarną badaniem scyntygraficznym kości (WB).

Celem klinicznym badania scyntygraficznego kości jest wykrycie i lokalizacja zmian przebudowy metabolizmu kostnego w różnych schorzeniach układu kostno-stawowego oraz identyfikacja innych chorób ogólnoustrojowych, mogących mieć wpływ na zaburzenie metabolizmu kostnego. W przypadku chorób nowotworowych celem badania jest wykrycie potencjalnych zmian przerzutowych wraz z oceną stadium zaawansowania procesu chorobowego, w poszukiwaniu obecności przerzutów do kości wraz z podaniem ich ilości oraz metabolicznej aktywności wraz z opisem dokładnej ich lokalizacji i charakterystyki strukturalnej w przypadku wykonywania łącznie z badaniem tomografii komputerowej (CT).

W badaniu scyntygraficznym kości w nowej technice hybrydowej WB-SPECT/CT wykonywanym w Centrum GAMMED wykorzystujemy znany od dawna i powszechnie stosowany radioizotop technetu (^{99m}Tc), który jest radioizotopem promieniotwórczym o krótkim okresie półrozpadu wynoszącym zaledwie 6,5 godzin, o bardzo niskiej toksyczności radiochemicznej, czyli jest to radioizotop wysoce bezpieczny. Po podaniu dożylnym i połączeniu się radioizotopu technetu z fizjologiczną substancją wbudowującą się do kości uzyskujemy fizjologiczną dystrybucję metabolizmu kostnego. Substancją połączoną z radioizotopem jest kwas metylenodifosfonowy (MDP), który ma powinowactwo do kryształów hydroksyapatytu tworzącego nieorganiczną strukturę tkanki kostnej.

Generalnie wskazaniem do wykonania badania scyntygraficznego kości z użyciem ^{99m}Tc -MDP jest:

- poszukiwanie ognisk przerzutów nowotworowych w układzie kostno-szkieletowym,
- obrazowanie zaburzeń metabolizmu kostnego w przebiegu guzów przerzutowych i pierwotnych kości,
- obrazowanie zapaleń kości,
- obrazowanie zmian pourazowych, braku zrostu, stawu rzekomego etc;
- obrazowanie zmian w chorobach reumatycznych i innych chorób układowych, w których ulega zaburzeniu metabolizm kostny w obrębie układu kostno-stawowego,
- obrazowanie zmian w martwicach aseptycznych kości,
- diagnostyka schorzeń tkanek miękkich np. myositis ossificans,
- badanie procesów naprawczych w uszkodzonej tkance kostnej oraz w układzie kostno-stawowym,
- poszukiwanie ognisk infekcji w kościach – badanie nieswosite.

Wspomnianą powyżej technikę badania tomograficznego całego ciała (WB-SPECT) z wykorzystaniem obrazowania czynnościowego (scyntygrafia) oraz tomografii komputerowej (CT) **stosujemy rutynowo w szeregu badań scyntygraficznych**, nie tylko w scyntygrafii kości. Dlatego Centrum GAMMED posiada ogromne doświadczenie w tego typu badaniach łączących obrazowanie strukturalne CT, MRI i obrazowanie czynnościowe – scyntygraficzne - SPECT.



W onkologii, poza detekcją zmian przerzutowych lub detekcją guzów pierwotnych kości wraz z oceną ich zaawansowania, dodatkową przewagą obrazowania hybrydowego jest **informacja dotycząca potencjalnych innych patologii** w obrębie badanego układu szkieletowego, która po wyłączeniu przerzutów do kości jest przekazywana lekarzowi kierującemu na badanie lub lekarzowi prowadzącemu z dalszą interpretacją wyniku wskazującego na innego typu patologię, włączając następujące schorzenia: „aktywną” dyskopatię, zajęcie stawów międzywyrostkowych tzw. „facet joint syndrome”

(bolesne zapalenie stawów międzywyrostkowych), przebiegające z dyskopatią lub niezależnie od niej oraz inne procesy chorobowe jak zagrażające złamanie kości z uwagi na nasiloną osteoporozę, itp.

Dodatkowo badanie ma znaczenie w ocenie złamania starego lub obecnego wraz z oceną procesów gojenia. Wykorzystuje się je również do oceny innych chorób związanych z przebudową metaboliczną kości, które mają charakterystyczny obraz w badaniach scyntygraficznych.

Posiadany przez Centrum GAMMED system obrazowania hybrydowego NM/CT 860 SPECT/CT do zastosowań ogólnych wykorzystuje **zaawansowaną technologię detektorów promieniowania gamma Elite NXT** z dużym prostokątnym polem widzenia gamma kamery. Częścią składową systemu SPECT/CT jest tomograf komputerowy (CT) „Revolution ACTs”, który **jest skanerem tomograficznym niskodawkowym o wysokiej rozdzielczości**. System ten zawiera szereg funkcjonalności dających możliwość obniżenia dawki pochłoniętej przez pacjenta. Jednym z takich elementów jest automatyczna kontrola ekspozycji, wykorzystująca funkcje Auto mA oraz Smart mA. Funkcje te odpowiadają za automatyczny dobór modulacji prądu lampy, a ich dokładność znacznie przewyższa wartości oszacowane dla pacjenta przed rozpoczęciem badania, co sprzyja znaczącej

redukcji dawki generowanej podczas badania przez lampę rentgenowską. Ponadto aparat zawiera oprogramowanie do zarządzania dawką SmartDose z iteracyjnym algorytmem redukcji dawki ASiR, którego technologia umożliwia znaczące zredukowanie dawki pochłoniętej przez chorego podczas badania TK do 40% w porównaniu do standardowej rekonstrukcji obrazu bez pogorszenia jakości obrazu i możliwości jego prawidłowej interpretacji.

W praktyce klinicznej **stosowanie technologii ASiR może ograniczyć dawkę pochłoniętą przez pacjenta przy badaniach CT/TK**, w zależności od problemu klinicznego, gabarytów pacjenta, umiejscowienia anatomicznego i wskazań klinicznych do badania. W konsekwencji może pomagać lekarzom w poprawie trafności rozpoznań przy stosowanej niższej dawce, co ma znaczenie dla chorego przy wykonywaniu wielu badań diagnostycznych z użyciem promieniowania jonizującego. Należy podkreślić, że niejednokrotnie chorzy w trakcie naturalnej historii przebiegu choroby mają wykonywane kilkanaście lub więcej badań diagnostycznych rtg, CT i badań scyntygraficznych, co daje określoną dawkę skumulowaną napromieniowania pacjenta tylko w ramach badań diagnostycznych.



Sam aparat został **specjalnie dopasowany do hybrydowych skanów nuklearnych** i posiada on większy rozmiar otworu gantry i szerszy zakres pokrycia całego badania. System ten umożliwia także akwizycję badań diagnostycznych z użyciem podania dożylnego środka kontrastującego w przypadku zapotrzebowania jednoczasowego na tego typu badanie łącznie z badaniem scyntygraficznym.

Wartość obrazowania hybrydowego, z którego uzyskuje się informacje o stanie czynnościowym oraz jednocześnie informacje o towarzyszących zmianach strukturalnych, stanowi o całościowym holistycznym spojrzeniu na zagadnienie dotyczące chorego, nie tylko w oparciu o jego główne rozpoznanie onkologiczne z określoną odpowiedzią kliniczną, dotyczącą obecności przerzutów do kości, ale dodatkowo daje inne informacje, co do potencjalnych innych schorzeń współistniejących w obrębie układu kostno-stawowego. Niejednokrotnie choroby współistniejące mogą dodatkowo znacząco degradować jakość życia chorych onkologicznych. Dlatego szczegóły opisu badania, w którym znajdują się dodatkowe informacje dotyczące określonych innych patologii powinny być każdorazowo wymagane przez chorego jak i przez lekarza kierującego. Te dodatkowe informacje w wyniku badania hybrydowego umożliwią postawienie właściwej diagnozy i rozpoczęcie prawidłowego procesu terapeutycznego w oparciu o pełne dane.

W przypadku nowej techniki badania scyntygraficznego kości z wykorzystaniem obrazowania tomograficznego całego ciała (WB-SPECT/CT), nie ma praktycznie różnic w samej procedurze. Podaje się ten sam radioznacznik o tej samej aktywności. Nieznacznie wydłużeniu może ulec czas badania, ale jest to związane z obrazowaniem wolumetrycznym i akwizycją (zbieraniem) znaczenie większej liczby danych potrzebnych do rekonstrukcji obrazów. Dodatkowo badanie scyntygraficzne w tej technice kończy standardowa tomografia komputerowa (CT), której czas wykonania zwykle wynosi poniżej 1 min. Na tym etapie wykonywane jest badanie radiologiczne z użyciem wiązki promieniowania jonizującego lampy rentgenowskiej, tak jak w przypadku zwykłej tomografii komputerowej, bez podawania i.v. śr. kontrastującego.

Podstawą wykonania badania diagnostycznego jest skierowanie, które może wystawić każdy lekarz posiadający prawo wykonywania zawodu. Badanie nie jest refundowane przez NFZ, koszt badania wynosi od 600 zł do 800 zł i zależy od rodzaju scyntygrafii wraz z obrazowaniem CT.

Badanie nie wymaga żadnego przygotowania, należy zarezerwować do 4 godzin w pracowni medycyny nuklearnej (wypełnienie dokumentacji, podanie i 2h wchłanianie się znacznika radioizotopowego oraz 45 min do 1h obrazowanie, na końcu weryfikacja prawidłowego i pełnego zapisu obrazu).

Samo obrazowanie nie jest inwazyjne, jedynie dożylnie podanie radioizotopu przez wenflon wymaga naruszenia powłok skóry.

Jeśli pacjent porusza się samodzielnie zaleca się, aby przyszedł sam na badanie. Jedynie w przypadku osoby niesamodzielnej zaleca się obecność pełnoletniej osoby towarzyszącej.

Wynik, opis badania jest gotowy kilka dni od badania, lekarz opisujący musi mieć czas na dokładne zapoznanie się z obrazem oraz dotychczasową historią przebiegu choroby pacjenta.

Przyjmowane **dawki diagnostyczne radioizotopu są niewielkie**, jeśli dalsza diagnoza uzależniona jest od wyniku badania, można je powtórzyć. Nie stwierdzono działań niepożądanych. Zaleca się, aby w dniu badania unikać bliskiego kontaktu z małymi dziećmi i kobietami w ciąży. Radioizotopu nie podaje się kobietom w ciąży oraz matkom karmiącym piersią (po podaniu izotopu należy przerwać karmienie piersią na kilka dni).

Pomimo, że badania scyntygraficzne z użyciem radioizotopów są technicznie możliwe do wykonania przez niemal każdą pracownię medycyny nuklearnej, to już **prawidłowa, podparta wieloletnim doświadczeniem interpretacja obrazu**, sugerująca dalsze postępowanie terapeutyczne z użyciem nowoczesnego leczenia molekularnego, jest znacznie utrudniona w przypadku większości placówek. Najwyższa jakość wyników badań obrazowych w **Centrum GAMMED jest priorytetem dla całego zespołu zaangażowanego w diagnostykę obrazową**. Bogate doświadczenie kliniczne specjalistów pozwala uniknąć wielu wyników nierozstrzygających i niewnoszących nic do postępowania diagnostyczno-terapeutycznego oraz wyników fałszywie dodatnich (nadinterpretacja), które charakteryzują badania za pomocą innych metod obrazowych.

Badania wykonywane są zarówno w godzinach rannych, jak i popołudniowych. Pacjenci mają zapewnione kameralne warunki oczekiwania na badanie. Do dyspozycji został wydzielony osobny pokój z WC, dystrybutorem zimnej i ciepłej wody oraz herbatą i kawą, a także prasą i TV.

Na miejscu można wykonać również badania laboratoryjne, diagnostykę USG, w tym tarczycy (lekarz endokrynolog), skorzystać z konsultacji lekarzy specjalistów, w tym onkologa klinicznego, chirurga onkologicznego, endokrynologa, neurologa, radiologa oraz oczywiście lekarza medycyny nuklearnej.

*Dr hab. n. med. Jarosław B. Ćwikła Prof. UWM w Olsztynie
Dyrektor Medyczny Centrum Diagnostyczno-Leczniczego „GAMMED”*

Centrum Diagnostyczno-Lecznicze „GAMMED”

ul. Lelechowska 5, 02-351 Warszawa

tel.: 22 822-30-01, 0-507-089-942

www.gammed.pl