

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Tulik zatytułowanej
„Optymalizacja parametrów badania scyntygraficznego SPECT/CT”

Badanie scyntygraficzne kośćca jest jedną z najczęściej stosowanych procedur diagnostycznych w medycynie nuklearnej. Pozwala ono na wykrycie przerzutów do kośćca przede wszystkim raka gruczołu krokowego oraz raka piersi, choć znajduje także zastosowanie w odniesieniu do innych, także pierwotnych nowotworów kośćca oraz innych jednostek chorobowych, w których można się spodziewać ogniskowych zmian w metabolizmie kośćca. Uzupełnienie badania całego ciała (whole body) techniką SPECT/CT w odniesieniu do określonych fragmentów kośćca, szczególnie gdy badanie planarne nie daje wystarczająco czytelnego obrazu gromadzenia radiofarmaceutyku, pozwala na znaczną poprawę skuteczności diagnostycznej badania. Jednak technika SPECT sama w sobie charakteryzuje się znacznie większym stopniem skomplikowania. Jeżeli zostanie dodatkowo uzupełniona o badanie tomografii komputerowej (CT), przede wszystkim w celach dokładnej lokalizacji ewentualnych nieprawidłowości w obrazie SPECT, ale także w celu korekty osłabienia promieniowania emitowanego przez radiofarmaceutyk, wówczas stopień skomplikowania takiego badania gwałtownie wzrasta. Pojawia się pytanie, czy parametry procedury zostały dobrane w sposób optymalny. Do podstawowych parametrów akwizycji badania SPECT zaliczają się rozmiar macierzy obrazowej, liczba projekcji oraz czas ich trwania, natomiast podstawowe parametry badania CT podlegające zmianom to napięcie na lampie rentgenowskiej oraz natężenie prądu anodowego. Należy podkreślić, że parametry badania CT mają wpływ nie tylko na samą jakość tego badania, ale również na jakość badania SPECT (poprzez korektę osłabiania) oraz narażenie pacjenta na promieniowanie (dawka od badania CT jest w przypadku badania SPECT/CT kośćca głównym źródłem narażenia pacjenta, wyraźnie przewyższającym to od samego badania SPECT). Tak więc optymalizacja parametrów badania SPECT/CT miała za zadanie uzyskanie jak najlepszej jakości obrazów CT oraz SPECT z korektą na podstawie CT, ale także ograniczenie narażenia radiacyjnego pacjenta do wartości możliwie niskich, które jednocześnie pozwalają na uzyskanie

wystarczająco dobrej jakości obrazów CT i SPECT/CT, nie gorszej niż parametry bazowe, zalecane przez producenta gamma kamery.

W celu wykonania tak zdefiniowanego zadania doktorantka posłużyła się specjalnie w tym celu skonstruowanym fantomem ze szkła akrylowego zawierającym pręty napełnione roztworem wodnym wodorofosforanu di-potasu (odzwierciadlającym osłabienie promieniowania jonizującego w tkance kostnej) oraz roztworem nadtechnecjanu. Pręty te mające symulować kości, zanurzone zostały w korpusie (walcu), po napełnieniu go aktywnością o mniejszej koncentracji pełniącej funkcję tła – pozostałości radiofarmaceutyku we krwi. Doktorantka zdefiniowała ilościowe wielkości uznane za miary jakości obrazów SPECT oraz CT. Ponadto, autorka rozprawy zbadała narażenie pacjentów na promieniowanie w trakcie badania CT na podstawie parametru objętościowego tomograficznego indeksu dawki, posługując się standardowym zestawem stosowanym do tego typu pomiarów.

Następnie autorka pracy wykonała ponad sto akwizycji fantomu kości przy użyciu kamery Anyscan SC f-my Mediso Medical Imaging Systems, zmieniając najpierw napięcie i natężenie prądu na lampie rentgenowskiej i sprawdzając, jak zmiana tych parametrów wpływa na jakość zarejestrowanego przy „bazowych” parametrach badania SPECT z uwzględnieniem korekty osłabienia (wizualnie i ilościowo,) oraz na jakość badania CT(również wizualnie i ilościowo). Następnie doktorantka sprawdziła, również wizualnie i ilościowo, jak parametry badania SPECT, takie jak liczba projekcji oraz czas ich trwania, wpływają na jakość obrazów, każdorazowo stosując bazowe parametry ekspozycji CT. Po przeprowadzeniu pomiarów dawek w zależności od parametrów CT (napięcie i natężenie prądu na lampie) udało się wyeliminować poszczególne zestawy parametrów akwizycji, stosując jako kryterium wymóg, aby jakość obrazów CT i SPECT nie była gorsza niż jakość obrazów bazowych, przy jednoczesnym ograniczeniu dawki promieniowania do wartości nie większej niż przy parametrach bazowych. W ten sposób udało się wykazać, że podczas badania CT natężenie prądu anodowego można obniżyć z zalecanych przez producenta 50mA do 40 mA, co skutkuje obniżeniem dawki promieniowania o 20%.

Wyniki te zostały potwierdzone na grupie 68 losowo wybranych pacjentów, którzy mieli wykonane badania kości SPECT/CT, podzielonych na dwie grupy wg protokołu badania CT: parametry producenta 120 kV i 50mA i parametry uznane za optymalne w pierwszej części

pracy – 120kV i 40 mA. Było to możliwe dzięki temu, że po zakończeniu pierwszej części badań nad optymalizacją parametrów, procedury badania pacjentów przeprowadzane już były przy zastosowaniu parametrów uznanych za optymalne. Badania pacjentów, porównane również metodami jakościową i ilościową, pokazały statystycznie istotne obniżenie ich narażenia radiacyjnego, co jest bardzo istotne wobec silnego nacisku kładzonego ostatnio na redukcję dawek od medycznych zastosowań promieniowania jonizującego, głównie od badań radiologicznych. Coraz większa dostępność tych badań przekłada się na ich szybko rosnącą ilość, co skutkuje rosnącym ryzykiem wystąpienia stochastycznych następstw napromienienia pacjentów.

Należy tu podkreślić niezwykle staranność, z jaką praca została opisana. Doktorantka szczegółowo przedstawiła procedurę badania kośćca, począwszy od jej zastosowań klinicznych, poprzez techniczne aspekty znakowania radiofarmaceutyku, szczegółowy opis rejestracji danych obrazowych, interpretacji obrazu diagnostycznego, a także narażenia radiacyjnego pacjentów. Tomograficzna technika hybrydowa SPECT/CT została również wnikliwie przedstawiona z uwzględnieniem metod akwizycji danych, rekonstrukcji obrazów (różnych wariantów metod iteracyjnych), aż po dokładny opis samego badania CT, a także jego zastosowania pozwalającego na korektę osłabienia promieniowania emitowanego przez radiofarmaceutyk.

Omówienie uzyskanych wyników także charakteryzuje się wnikliwością i dojrzałością autorki w ich interpretacji. W sumie doktorantka czerpała wiedzę ze 123 pozycji piśmiennictwa, z których większość została opublikowana w ciągu ostatnich 10 lat. Wyniki zaprezentowała w 33 tabelach (oraz dodatkowo 24 zamieszczonych w przypisach), trzech rycinach oraz trzech wykresach. Zwraca także uwagę niezwykle staranne opracowanie wyników pod względem statystycznym.

W pełni doceniając wkład pracy i zaangażowanie autorki w wykonywane zadanie nie mogę jednak nie zauważyć, że to samo zadanie można było prawdopodobnie wykonać w sposób mniej czaso- i pracochłonny. Ze względu na fakt, że w tym przypadku to parametry badania CT mają wpływ na wszystkie trzy czynniki, które podlegały optymalizacji, czyli jakość badania CT, dawkę promieniowania od tego badania oraz jakość badania SPECT z korektą osłabienia na podstawie badania CT, można sobie wyobrazić przeprowadzenie optymalizacji badania w

innej kolejności: najpierw wybór parametrów badania CT, które zapewniają dobrą jakość tego badania (nie gorszą niż parametry bazowe) i jednocześnie możliwie najniższą dawkę promieniowania. Następnie, w trakcie optymalizacji parametrów badania SPECT można było zastosować te wybrane wcześniej parametry CT do korekty osłabienia (zamiast parametrów bazowych). Gdyby się okazało, że wybrane napięcie i natężenie prądu w badaniu CT nie zapewniają wystarczająco dobrej jakości badania SPECT po korekcie osłabienia, można było podwyższyć wartość natężenia prądu i sprawdzić, czy to już wystarczy dla uzyskania skorygowanego badania SPECT dobrej jakości. Wiadomo przecież, że im wyższe napięcie na lampie i natężenie prądu anodowego, tym lepsza jakość badania CT, a tym samym bardziej adekwatna mapa współczynników osłabienia promieniowania stosowana do korekty osłabienia badania SPECT, lecz niestety wyższe napromienienie pacjenta, stąd trudność w procesie optymalizacji. Takie podejście prawdopodobnie oszczędziłoby autorce przeprowadzania akwizycji oraz opracowywania ponad stu badań fantomu, co na pewno stanowiło ogrom pracy.

Jednak efekt pracy, w postaci znalezienia parametrów badania CT (napięcia na lampie i natężenia prądu) zapewniających redukcję dawki od badania CT o 20%, przy zachowaniu dobrej jakości badań CT oraz badania SPECT z korektą osłabienia zasługuje na pełne uznanie.

Wobec powyższego zwracam się do rady Naukowej Narodowego Instytutu Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie - Państwowego Instytutu Badawczego o dopuszczenie mgr inż. Moniki Tulik do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Zakład Kontroli Jakości Badań
i Ochrony Radiologicznej
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi
Anna Plachotńska
mgr inż. prof. nadzw. Anna Plachotńska

UNIwersytet Medyczny w Łodzi
Katedra Badań Obrazowych i Radiologii
Zakład Kontroli Jakości Badań
i Ochrony Radiologicznej
92-216 Łódź, ul. Czechosłowacka 8/10
42 675 73 07, tel./fax 42 675 72 85