



Praktyczne aspekty ochrony radiologicznej w rentgenodiagnostyce

Pomimo że promieniowanie jonizujące może stwarzać pewne zagrożenia dla bezpieczeństwa i zdrowia człowieka, przy zachowaniu właściwych środków ostrożności, czyli przestrzeganiu zasad ochrony radiologicznej, można zminimalizować ryzyko negatywnych skutków jego działania. Należy jednak zwrócić uwagę na podejmowanie w tym celu kompleksowych działań o charakterze organizacyjnym, technicznym i administracyjnym.

DR BARBARA SOBIECKA

Kierownik Zakładu
Fizyki Medycznej
i Ochrony Radiologicznej
Szpitala
Uniwersyteckiego
w Krakowie

Zadaniem ochrony radiologicznej, zgodnie z definicją przywołaną w *Ustawie Prawo atomowe*, jest zapobieganie narażeniu ludzi i skażeniu środowiska, a w przypadku braku możliwości zapobieżenia takim sytuacjom – ograniczenie ich skutków do poziomu tak niskiego, jak tylko jest to rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych.

Organizacja ochrony radiologicznej

Organizacja ochrony radiologicznej, także w Polsce, oparta jest na systemie licencjonowania, zgodnie z którym używanie promieniowania jonizującego

jest dozwolone tylko w określonych celach, wyłącznie przez osoby do tego upoważnione i w miejscach do tego wyznaczonych oraz zabezpieczonych. Obowiązuje również ograniczanie dawek poprzez wprowadzenie trzech podstawowych zasad, czyli uzasadnienia korzystania ze źródeł promieniowania, optymalizacji ochrony przed promieniowaniem oraz przestrzegania przepisów dotyczących dawek granicznych.

Należy pamiętać, że działania prowadzące do ograniczenia narażenia powinny być prowadzone zgodnie z zasadą optymalizacji narażenia ALARA (ang. *as low as reasonably achievable*, co oznacza „tak mało, jak to rozsądnie osiągalne”). Jednocześnie należy mieć

na względzie korzyści ekonomiczne, społeczne czy zdrowotne, jakie ma przynieść zastosowanie promieniowania.

Z punktu widzenia pacjenta proces ochrony radiologicznej w obszarze diagnostyki obrazowej rozpoczyna się już w momencie wystawienia skierowania na procedurę radiologiczną, w którym – oprócz celu wykonania badania i wstępnego rozpoznania klinicznego – zawarte jest też jego uzasadnienie. Warto podkreślić, że bez skierowania mogą być zrealizowane tylko nie-liczne procedury, np. badanie diagnostyczne wykonywane w ramach badań przesiewowych, densytometria kości, stomatologiczne zdjęcie wewnątrzustne czy badanie przeprowadzone w sytuacji bezpośredniego zagrożenia życia pacjenta.

Przed badaniem pacjent zostaje poinformowany o jego przebiegu oraz o rodzajach zagrożeń związanych z ekspozycją. Kobiety w wieku rozrodczym są dodatkowo pytane o potencjalną ciążę.

Przed wykonaniem procedury pacjent otrzymuje osłony indywidualne stosownie do obszaru obrazowania, dzięki czemu promieniowanie rentgenowskie jest pochłaniane z krotnością adekwatną do stosowanego napięcia podczas wyzwalanej ekspozycji.

To właśnie stosowanie osłon jest jedną z podstawowych zasad w ochronie radiologicznej. Oprócz osłon indywidualnych stosuje się różnego rodzaju parawany, ekrany lub panele. Z parawanów RTG najczęściej korzysta się na salach chorych podczas wykonywania zdjęć przyłóżkowych w sytuacji, kiedy pozostali pacjenci z sali nie są w stanie jej opuścić na czas badania.

Czynniki wpływające na dobór ochrony radiologicznej

Należy zwrócić uwagę, że do typu badania dostosowane są odpowiednie parametry fizyczne ekspozycji. Inne napięcie stosuje się podczas badania mamograficznego, w celu uzyskania obrazu tkanek miękkich, jeszcze inne w przypadku badań kostnych czy płucnych. Wielkość zastosowanego napięcia ma istotny wpływ na tzw. „twardość” promieniowania, czyli jego przenikliwość. Im wyższe napięcie podczas ekspozycji, tym większa jego energia i „twardsze”, bardziej przenikliwe promieniowanie. Niższe napięcie powodują powstanie promieniowania „miękkiego” o niższej energii. Ten rodzaj napięcia jest łatwiej absorbowany przez tkanki, wzrasta też prawdopodobieństwo jego rozproszenia (z uwagi na niższą energię). To z kolei ma wpływ na pogorszenie jakości obrazu oraz wzrost dawki w obszarach, które nie są celem badania. Istotne znaczenie w ochronie radiologicznej pacjenta będą miały również parametry czasu ekspozycji oraz natężenia promieniowania. Stosowanie odpowiednio krótkiego czasu ekspozycji to kolejna zasada w ochronie radiologicznej, należy jednak pamiętać, że będzie to zawsze kompromis. Wraz ze skróceniem czasu ekspozycji spada dawka, jaką pacjent otrzymuje podczas badania, ale zbyt krótki czas może wpłynąć na uzyskanie obrazu gorszej jakości. Jeśli to spowodu-

je, że badanie trzeba powtórzyć, pacjent ostatecznie i tak otrzyma wyższą dawkę.

Ostatnia zasada radiologiczna, czyli spadek dawki z kwadratem odległości, odnosi się głównie do personelu stosującego promieniowanie jonizujące. Należy jednak wiedzieć, że odległość pomiędzy źródłem promieniowania a pacjentem też ma wpływ na jakość otrzymanego obrazu. Te zasady są szczególnie istotne w radiologii zabiegowej, w przypadku której stosuje się możliwie największą odległość lampy od pacjenta i możliwie najbliższe położenie rejestratora obrazu względem pacjenta.

Szczególne zasady z punktu widzenia ochrony radiologicznej pacjenta odgrywa konieczność podtrzymania go podczas badania przez opiekuna lub inną osobę. Czynności te może wykonać osoba, która ma ukończone 18 lat, nie jest w ciąży, została wyposażona w odpowiednie środki ochrony osobistej i została poinformowana o sposobie postępowania w rodzajach zagrożeń związanych z ekspozycją na promieniowanie jonizujące.

Etapem zamykającym badanie radiologiczne jest sporządzenie dla pacjenta wyniku badania, na który składają się obraz w formacie DICOM oraz opis. Szczegółowe wytyczne dotyczące zawartości wyniku badania są określone we wzorcowych procedurach radiologicznych z zakresu radiologii – diagnostyki obrazowej i radiologii zabiegowej.

Nowością w *Ustawie Prawo atomowe* jest określenie zasad postępowania dotyczących zdarzeń przypadkowych i ekspozycji niezamierzonych. Kategorie oraz kryteria kwalifikowania ekspozycji niezamierzonych i narażeń przypadkowych, a także działania, które należy podjąć w takich sytuacjach, są szczegółowo opisane w rozporządzeniu w tej sprawie. W każdej sytuacji ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego obowiązkowe jest przygotowanie informacji zarówno dla pacjenta lub jego przedstawiciela, jak i lekarza kierującego oraz lekarza prowadzącego. Informacja ma zawierać dane o zaistnieniu powyższych zagrożeń oraz o wynikach analizy tej ekspozycji lub narażenia. W celu zminimalizowania prawdopodobieństwa wystąpienia i skali tych zdarzeń w *Programie zapewnienia jakości* przedstawia się zaplanowane działania, konieczne dla zapewnienia ochrony radiologicznej osób poddawanych ekspozycjom medycznym.

Wymagania dotyczące urządzeń stosowanych w procedurach radiologicznych

Zarówno dla pacjenta, jak i dla personelu wykonującego procedury radiologiczne bardzo istotne jest, by stosowane urządzenia radiologiczne były sprawne i spełniały wymagania prawne. Należy przede wszystkim uzyskać zezwolenie na stosowanie aparatu rentgenowskiego. Jest ono wydawane przez państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego. Takie zezwolenie dotyczy również pomieszczenia, w którym aparat będzie stosowany. Przed uzyska-

- ▶ niem zezwolenia konieczne jest wykonanie kompletu testów dla aparatu RTG oraz urządzeń pomocniczych, w tym testów odbiorczych, specjalistycznych i podstawowych.

Testy odbiorcze wykonywane są przed uruchomieniem urządzenia do pracy klinicznej lub też po naprawie czy wymianie kluczowej części tego urządzenia. Testy specjalistyczne i podstawowe wykonywane są natomiast okresowo w czasie eksploatacji aparatu. Testy specjalistyczne wykonuje akredytowane laboratorium lub specjalista fizyki medycznej – przynajmniej raz w roku. Testy podstawowe należą do obowiązków użytkowników urządzenia i są wykonywane z częstotścią określoną w załączniku do *Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych*.

Urządzenia radiologiczne oraz urządzenia pomocnicze wymagają też cyklicznych przeglądów serwisowych, nadzorowanych przez działy aparatury w jednostkach organizacyjnych. Tylko stosowanie sprawnych i podlegających kompleksowej opiece technicznej urządzeń daje gwarancję bezpiecznego i prawidłowego wykonania procedury radiologicznej.

Warto również podkreślić, że każda jednostka organizacyjna musi uzyskać zgodę państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego na prowadzenie działalności związanej z narażeniem na promieniowanie jonizujące w celach medycznych, tj. na wykonywanie procedur radiologicznych. Zgodę taką uzyskuje się po przedłożeniu do wniosku stosownych dokumentów, które potwierdzają, że wykonanie procedur odbywa się w bezpiecznych warunkach, na dopuszczonym do użytku sprzęcie radiologicznym i wyłącznie przez uprawnionych oraz kompetentny personel.

Ochrona personelu

A jak wygląda ochrona radiologiczna z perspektywy personelu? Bezpieczeństwo radiologiczne personelu

sokość oraz musi być w niej zapewniona co najmniej 1,5-krotna wymiana powietrza na godzinę. Niekiedy skład i rodzaj materiałów budowlanych przeznaczonych do wykonania konstrukcji pomieszczeń jest niewystarczający – w takich przypadkach konieczne jest dodatkowe wykonanie osłon ołowiowych na ścianach. Ważne też jest zapewnienie odpowiedniej osłonności drzwi wejściowych do pracowni i okien (w tym okien w sterowni). Potwierdzeniem założeń projektu są pozytywne wyniki pomiarów dozymetrycznych skuteczności osłon stałych.

Pracownia musi być też wyposażona w komplet osłon indywidualnych dostosowanych do rodzaju procedur wykonywanych w pracowni zarówno dla pacjenta, jak i personelu, jeśli jest taka potrzeba.

Personel zatrudniony w warunkach narażenia jest zakwalifikowany przez kierownika jednostki do odpowiedniej kategorii narażenia. W diagnostyce obrazowej najczęściej jest to kategoria B, czyli możliwość uzyskania dawki skutecznej do 6 mSv. Powyżej tego progu personel kwalifikowany jest do kategorii A narażenia.

W celu dostosowania działań i środków ochrony radiologicznej pracowników do wielkości i rodzajów zagrożeń wprowadza się również podział lokalizacji miejsc pracy na tereny nadzorowane (dla pracowników kategorii B) lub tereny kontrolowane (gdzie istnieje możliwość otrzymania dawek dla pracowników kategorii A). Dostęp do takiej pracowni jest odpowiednio oznaczony i ograniczony dla uprawnionych czy wyznaczonych osób.

W kwestiach dotyczących ochrony radiologicznej personelu bardzo istotną rolę odgrywają obowiązki spoczywające na kierowniku jednostki, który m.in. musi zapewnić pracownikom zatrudnionym w warunkach narażenia opiekę medyczną oraz niezbędne środki ochrony indywidualnej, jak również prowadzenie pomiarów dawek indywidualnych albo pomiarów dozymetrycznych w środowisku.

Wewnętrzny nadzór w takich jednostkach sprawuje inspektor ochrony radiologicznej, który ma określone w ustawie obowiązki i uprawnienia. Do jego zadań należą m.in.: nadzór nad spełnianiem warunków dopuszczających pracowników do zatrudnienia na danym stanowisku pracy, informowanie i szkolenie pracowników w zakresie ochrony radiologicznej, ustalanie wyposażenia jednostki organizacyjnej w środki ochrony indywidualnej, przyrządy dozymetryczne oraz inne wyposażenie służące do ochrony pracowników przed promieniowaniem jonizującym i wydawanie kierownikowi jednostki organizacyjnej opinii w zakresie ochrony przed promieniowaniem jonizującym.

W przypadku niektórych urządzeń radiologicznych przed rozpoczęciem pracy klinicznej konieczne jest wykonanie pomiarów dozymetrycznych, czyli pomiarów mocy dawki wokół aparatu rentgenowskiego. Dotyczy to w szczególności aparatów stosowanych w radiologii zabiegowej czy aparatów RTG przyłoż-

Bezpieczeństwo radiologiczne personelu zapewniają przede wszystkim odpowiednio przystosowane pomieszczenia, czyli pracownie rentgenowskie, dla których konieczne jest opracowanie dokumentacji projektowej, uwzględniającej opis osłon stałych i projekt wentylacji

zapewniają przede wszystkim odpowiednio przystosowane pomieszczenia, czyli pracownie rentgenowskie, dla których konieczne jest opracowanie dokumentacji projektowej, uwzględniającej opis osłon stałych i projekt wentylacji. Pracownia musi spełniać określone warunki lokalowe, mieć odpowiednią powierzchnię i wy-

kowych. Pomiarów te są szczególnie istotne z punktu widzenia codziennej pracy wykonywanej w gabinecie rentgenowskim. Dzięki tak wykonanym pomiarom wiadomo, jakie dawki można otrzymać podczas pracy aparatu w odpowiednich odległościach i miejscach od źródła promieniowania.

Ostatnie zmiany w przepisach prawnych dotyczą również pracowników zewnętrznych, którzy muszą posiadać paszport dozymetryczny, wydawany na odpowiedni wniosek przez prezesa Polskiej Agencji Atomistyki. W paszporcie potwierdza się wykonywanie prac w jednostce organizacyjnej jako pracownik zewnętrzny, wykonane badania lekarskie oraz określa się roczne narażenie (sumy dawek).

Nadzór medyczny w ochronie radiologicznej

Nadzór medyczny jest bardzo istotnym elementem w ochronie radiologicznej personelu. Niezależnie od kategorii narażenia pracownik musi mieć potwierdzenie o zdolności do pracy uzyskane przez uprawnionego lekarza, tzw. lekarza z „J-ką”. Należy podkreślić, że pracownicy kategorii A narażenia są zobowiązani do wykonywania takich badań przynajmniej raz w roku.

Z nadzorem medycznym ścisły związek ma również roczna ocena narażenia personelu prowadzona na podstawie kontrolnych pomiarów dawek indywidualnych lub pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy. Na tej podstawie ocenia się, czy nie zostały przekroczone dawki graniczne dla pracowników, zaktualizowane i przedstawione w załączniku nr 4 do *Ustawy Prawo atomowe*.

Dla przypomnienia, pracownik pracujący w warunkach narażenia nie może przekroczyć w ciągu roku kalendarzowego dawki skutecznej 20 mSv oraz dawki równoważnej, wynoszącej odpowiednio 20 mSv na soczewki oka, 500 mSv dla skóry oraz 500 mSv dla kończyn.

Bezpieczeństwo pracy na stanowiskach, na których występuje promieniowanie jonizujące, jest zapewnione poprzez opracowanie odpowiednich dokumentów przez inspektora ochrony radiologicznej (np. instrukcji pracy ze źródłem promieniowania). Rolą inspektora jest również okresowe prowadzenie odpowiednich

szkoleń z zakresu ochrony radiologicznej, *Zakładowego planu postępowania awaryjnego* czy szkoleń dla członków wewnętrznej ekipy awaryjnej.

Obowiązuje również system zarządzania sytuacjami zdarzeń radiacyjnych, jakie mogą mieć miejsce w jednostce organizacyjnej, a rolą kierownika tej jednostki jest dokonanie analizy zagrożeń w związku z działalnością wykonywaną przez jednostkę oraz sporządzenie wniosków z tej analizy. Kierownik jednostki we współpracy z inspektorem ochrony radiologicznej opracowuje również *Zakładowy plan postępowania awaryjnego*, uwzględniając wnioski z analizy zagrożeń, a w szczególności scenariusze awaryjne. Wnioski z analizy zagrożeń wraz z *Zakładowym planem postępowania awaryjnego* są przysyłane przez kierownika wojewodzie właściwemu ze względu na miejsce wykonywania przez jednostkę organizacyjną działalności związanej z narażeniem. Analogiczne plany powstają na poziomie wojewódzkim oraz o zasięgu krajowym.

Od 2019 roku w związku z nowelizacją *Ustawy Prawo atomowe* całkowitą nowością jest wprowadzenie zapisu narzucającego monitorowanie stężenia radonu w miejscach pracy zlokalizowanych wewnątrz pomieszczeń na poziomie parteru lub piwnicy. Ustalony poziom odniesienia dla średniorocznego stężenia promieniotwórczego radonu w powietrzu w tych miejscach wynosi 300 Bq/m³. Rolą kierownika jednostki jest więc zapewnienie optymalizacji narażenia pracowników wykonujących pracę w tych miejscach pracy oraz informowanie pracowników o zwiększonym narażeniu na radon i o wynikach pomiarów stężenia radonu w miejscu pracy.

Podsumowanie

Pomimo że promieniowanie jonizujące może stwarzać pewne zagrożenia dla bezpieczeństwa i zdrowia człowieka, przy zachowaniu właściwych środków ostrożności, czyli przestrzeganiu zasad ochrony radiologicznej, można zminimalizować ryzyko negatywnych skutków jego działania. Należy jednak zwrócić uwagę na podejmowanie w tym celu kompleksowych działań o charakterze organizacyjnym, technicznym i administracyjnym. ■

Piśmiennictwo

1. *Ustawa z dn. 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe* (Dz.U. z 2021, poz. 1941 ze zm., Dz.U. z 2022 r., poz. 974).
2. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie kategorii oraz kryteriów kwalifikowania ekspozycji niezamierzonych i narażeń przypadkowych, działań, które należy podjąć w jednostce ochrony zdrowia po ich wystąpieniu, a także zakresu informacji objętych Centralnym Rejestrem Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych* (Dz.U. z 2022 r., poz. 2700).
3. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych* (Dz.U. z 2022 r., poz. 2759).
4. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej* (Dz.U. z 2023 r., poz. 195).
5. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie szczególnych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi* (Dz.U. z 2006 r., poz. 1325).
6. *Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 10 listopada 2015 r. w sprawie ogłoszenia wykazu wzorcowych procedur radiologicznych z zakresu radiologii – diagnostyki obrazowej i radiologii zabiegowej* (Dz. Urz. Min. Zdrow. z 2015 r., poz. 78).