

Ochrona radiologiczna w gabinecie z aparatem do zdjęć RTG

Maciej Budzanowski, Polska

Kiedy 1895 Wilhelm Konrad Röntgen odkrył promieniowanie X wydawało się, że nowe promieniowanie niesie ze sobą ogromne możliwości diagnostyczne bez skutków ubocznych. Obecnie wiadomo, że promieniowanie jonizujące jest szkodliwe powyżej pewnego poziomu, dlatego nie tylko unowocześniono sprzęt (lampę RTG, folie wzmacniające), ale także wprowadzono system pracy i pomiarów dawek, mający na celu zminimalizowanie dawki dla osoby pracującej w narażeniu na promieniowanie oraz dla pacjenta.

Praca z promieniowaniem jonizującym do celów diagnostycznych jest w Polsce regulowana Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 24 grudnia 2002 r. „w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych oraz sposobu wykonywania kontroli wewnętrznej nad przestrzeganiem tych warunków” (Dz. U. Nr. 241, poz. 2098), Prawem Atomowym (Ustawa z dnia 29 listopada 2000 – Prawo Atomowe (Dz.U. z 2004 r. Nr 161, poz.1689) – w wersji ujednoliconej oraz rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 „w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego”. Dodatkowo praca z aparatami RTG służącymi do celów medycznych regulowana jest rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r. „w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV w celach medycznych” (Dz. U. z 2003 r. Nr 173, poz. 1681).

Jedną z podstawowych zasad przy pracy z promieniowaniem jonizującym jest wykonanie pomiaru czy indywidualnego czy środowiskowego, mającego pokazać wartość dawki i porównać do wartości dopuszczalnych.

Dawka promieniowania

Podstawową wielkością stosowaną w dozymetrii promieniowania jonizującego jest dawka pochłonięta, czyli iloraz średniej energii promieniowania jonizującego, przekazanej określonemu elementowi objętości materii, i masy materii tego elementu. Tak zdefiniowane pojęcie dawki pozwala na jej pomiar tylko specjalistycznym sprzętem. W praktyce stosuje się pojęcie dawki skutecznej (efektywnej) E, które obliczane jest jako suma dawek równoważnych w tkance, ważonych współczynnikami wagowymi tkanek, wT. Ze względu na niemożliwość pomiaru dawki dla poszczególnych tkanek i dla każdej osoby pracującej w narażeniu na promieniowanie wprowadzono tzw. wielkości operacyjne (robocze). Wprowadzono wielkość zwaną indywi-



Nowoczesne dawkomierze indywidualne DI-02 do pomiaru dawki na całe ciało.



Przygotowywanie termoluminescencyjnych dawkomierzy indywidualnych do odczytu.

dualnym równoważnikiem dawki Hp(d), gdzie d jest głębokością w tkance. Najczęściej wyznacza się w drodze pomiaru dawkomierzem indywidualnym Hp(10) czyli na głębokości 10 mm. Te 10 mm wynika z tego, że najbliższe ważne organy narażone na promieniowanie

zaczynają się na tej głębokości. Tak zdefiniowany indywidualny równoważnik dawki w sposób konserwatywny (zawsze wartość jest większa od dawki efektywnej) przybliża dawkę efektywną. Jednostką E i Hp(d) jest milisivert (mSv).

Dawki graniczne

Osoby pracujące w narażeniu na promieniowanie jonizujące podzielono w rozporządzeniu na dwie kategorie: A – kiedy mogą otrzymywać dawkę efektywną większą niż 6 mSv w ciągu roku oraz B – kiedy mogą otrzymać dawkę efektywną większą niż 1 mSv i nie zostali zakwalifikowani do kat A. Dawka graniczna dla pracowników wyrażona jako dawka skuteczna E wynosi 20 mSv w ciągu roku kalendarzowego, jednak nie więcej niż 50 mSv pod warunkiem, że w ciągu kolejnych 5 lat nie zostanie przekroczona sumaryczna wartość 100 mSv.

Osoby kategorii narażenia A muszą być ustawowo wyposażone w dawkomierze indywidualne, z kategorii B nie muszą, ale wymagany jest wówczas tzw. pomiar środowiska pracy. W praktyce większość osób stosuje dawkomierze indywidualne, ponieważ są przyporządkowane do każdej osoby i mierzą jej dawkę. Dawkomierze środowiskowe wykonują pomiar w danym, stałym punkcie i nie zawsze jasne jest czy osoba wykonująca zdjęcia RTG przebywała blisko tego dawkomierza czy bliżej lampy.

Metody kontroli dawek

Aby zmierzyć indywidualny równoważnik dawki i porównać do dawki skutecznej, określonej ustawowo wprowadzono metody kontroli dawek. Metody kontroli dawek można podzielić na aktywne i pasywne. Do przyrządów aktywnych zalicza się liczniki gazowe (komory jonizacyjne, licznik proporcjonalne i liczniki Geigera-Mullera), liczniki scyntylacyjne i półprzewodnikowe. W gabinetach stomatologicznych z RTG przyrządy aktywne stosuje się praktycznie tylko w trakcie odbioru, kiedy wykonuje się pomiar mocy dawki promieniowania RTG w wybranych miejscach. Może się zdarzyć, że stomatolog wyposaży siebie i swój personel w kieszonkowi przyrząd aktywny (najczęściej półprzewodnikowy), lecz jest to kosztowne (minimalna cena to ok. 1000 zł.) i aby wyniki były ważne ustawowo należy dokonywać corocznego wzorcowania w akredytowanym laboratorium, a koszt takiej kalibracji to około 300 zł. Występuje także obowiązek dodatkowego dokumentowania tych pomiarów.

W praktyce zarówno polskiej jak i światowej rutynowa kontrola dawek oparta jest o przyrządy pasywne, które nie potrzebują zasilania energią elektryczną. Do metod pasywnych zaliczamy dawkomierze: filmowe, termoluminescencyjne, optoluminescencyjne. Każdy taki dawkomierz składa się z obudowy z klipsem oraz z elementu czułego na promieniowanie. Przy użyciu dawkomierza pasyw-

nego wyznacza się indywidualny równoważnik dawki Hp(d).

Zasada działania detektora filmowego jest taka sama jak w standardowym zdjęciu RTG czyli mierzy się zaciemnienie kliszy fotograficznej po ekspozycji na promieniowanie RTG. W detektorach termoluminescencyjnych (TLD) mierzy się natężenie światła emitowanego podczas podgrzewania go w specjalistycznej aparaturze zwanej czytnikiem TL. Ilość tego światła jest proporcjonalna do zakumulowanej dawki. W detektorach optoluminescencyjnych również wykonuje się pomiar natężenia światła emitowanego, lecz świecenie wzbudza się laserem.

Obecnie większość serwisów dozymetrycznych w Europie odchodzi od przestarzałej metody filmowej na korzyść nowocześniejszej termoluminescencyjnej. Metoda termoluminescencyjna ma wiele zasadniczych zalet: jest najczulsza, co pozwala mierzyć na poziomie 30 mSv a nawet niższym, można zautomatyzować proces odczytu i identyfikacji osoby, detektory są wielokrotnego użytku, dawkomierz ma wygodną i małą obudowę. Do tych zalet należy dodać również niższą cenę za usługę pomiaru dawki. W 2005 roku już 75% serwisów dozymetrycznych w Europie stosuje metodę TLD. W Polsce dawki od promieniowania RTG mierzone są w Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi (metoda filmowa) oraz w Akredytowanym Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie (metoda TLD).

Poziomy dawek w Polskich gabinetach

Statystyki otrzymanych dawek w Polsce wskazują, że 81,1% osób pracujących z aparatem RTG w stomatologii otrzymuje dawkę poniżej 0,4 mSv/rok, 18,7% otrzymuje dawki z zakresu 0,4 do 1 mSv/rok i 0,2% z zakresu 1 – 4 mSv/rok. Nie stwierdzono dawek rocznych powyżej 4 mSv. Statystyka została opracowana z 312 gabinetów na podstawie wyników z 980 odczytów kwartalnych do 1 kwartału 2005 włącznie.

Biorąc pod uwagę powyższe poziomy dawek należy podkreślić, że zarówno aparaty RTG stosowane obecnie jak i wdrożone systemy jakości i bezpiecznej pracy w gabinetach powodują, że praca z aparatem RTG w zastosowaniach stomatologicznych jest bezpieczna dla osób wykonujących badanie. □

Autor

Maciej Budzanowski
Instytut Fizyki Jądrowej PAN,
Kraków