

Pamiętaj:

Badanie radiologiczne może zlecić tylko lekarz! Badanie lub leczenie z zastosowaniem promieniowania jonizującego wykonuje się na podstawie pisemnego skierowania lekarskiego.

Bez skierowania może być wykonane badanie: ■ przesiewowe ■ densytometrii kostnej ■ punktowe zdjęcie zęba ■ w sytuacji bezpośredniego zagrożenia życia pacjenta.

Wydano na zlecenie:

Departament Nauki,
Szkolenia i Informacji Społecznej
Państwowej Agencji Atomistyki



www.paa.gov.pl

ul. Krucza 36, 00-522 Warszawa
tel. +48 22 695 98 43
fax +48 22 695 98 10

Krajowe Centrum
Ochrony Radiologicznej
w Ochronie Zdrowia



KRAJOWE CENTRUM
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
W OCHRONIE ZDROWIA

www.kcor.gov.pl

ul. Smugowa 6, 91-433 Łódź
tel. +48 42 298 52 09
tel./fax +48 42 655 04 89

Dodatkowe informacje:

- www.mz.gov.pl – Ministerstwo Zdrowia
- www.gis.gov.pl – Główny Inspektorat Sanitarny
- www.imp.lodz.pl – Instytut Medycyny Pracy
- www.pzh.gov.pl – Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny
- www.clor.waw.pl – Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej
- www.wihe.waw.pl – Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii
- www.sior.pl – Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej
- www.dsidi.ijp.gov.pl – Instytut Problemów Jądrowych

Podziękowania:

- Rysunek 6, 7 udostępniony przez Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital Chirurgii Urazowej im. dr. Janusza Daaba, Piekary Śląskie
- Rysunek 8 udostępniony przez Wojewódzki Szpital im. Marii Skłodowskiej-Curie, Zgierz



PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE W MEDYCYNIE

Co to jest
promieniowanie jonizujące?

Medyczne zastosowanie
promieniowania jonizującego

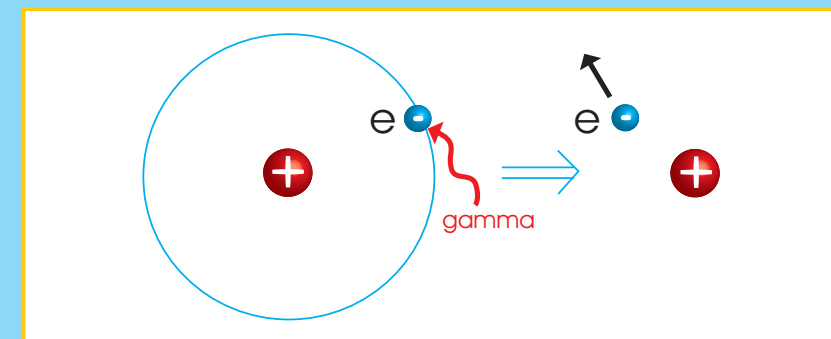
Ochrona radiologiczna pacjenta

PIERWSZA Z SERII

PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE W MEDYCYNIE

Co to jest promieniowanie jonizujące?

Promieniowaniem nazywamy każdą formę energii wysłaną w postaci fal (np. promieniowanie radiowe, mikrofalowe, ultrafioletowe, gamma, rentgenowskie) lub strumienia cząstek (promieniowanie alfa, beta, neutronowe). Najczęściej pojęcie to kojarzone jest ze światłem, ciepłem oraz substancjami promieniotwórczymi. Promieniowanie jonizujące jest to ten rodzaj promieniowania, który nie działa bezpośrednio na nasze zmysły, a przenikając przez materię powoduje powstawanie w niej ładunków elektrycznych czyli jonizację.

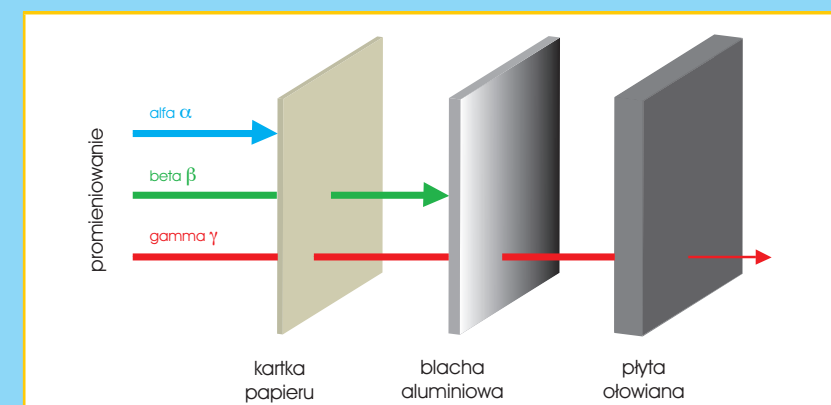


Rys. 1. Efekt jonizacji.

Promieniowaniem jonizującym jest np.:

- promieniowanie alfa: strumień jąder helu,
- promieniowanie beta: strumień elektronów lub pozytonów,
- promieniowanie gamma: fala elektromagnetyczna.

Wymienione rodzaje promieniowania w różny sposób przenikają przez materię:



Rys. 2. Własności promieniowania jonizującego.

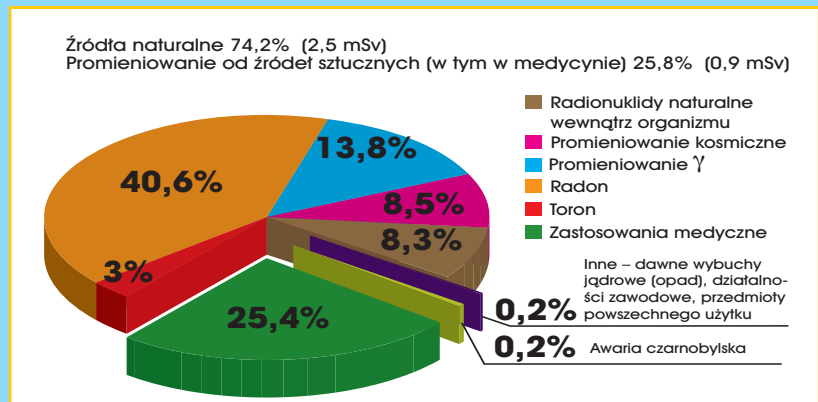
Promieniowanie jonizujące występuje powszechnie w przyrodzie jako promieniowanie kosmiczne, promieniowanie emitowane przez naturalne radionuklidy znajdujące się w skorupie ziemskiej i atmosferze. Poza tym istnieją sztuczne sposoby wytwarzania promieniowania, np. w aparatach rentgenowskich, akceleratorach oraz reaktorach jądrowych.

Promieniowanie jonizujące jest stosowane w różnych dziedzinach ludzkiej działalności np. w energetyce, hutnictwie, przemyśle elektronicznym, chemicznym, wydobywczym. Urządzenia i źródła promieniowania jonizującego są też powszechnie stosowane we współczesnej medycynie, zarówno w diagnostyce jak i w leczeniu.

Promieniowanie jonizujące może uszkadzać żywe komórki, powodując negatywne skutki dla zdrowia. Stosunkowo wcześniej odkryto, że duża dawka promieniowania jonizującego może powodować tak ciężkie schorzenia jak choroba popromienna. Małe dawki promieniowania nie powodują wystąpienia takich objawów chorobowych, ale mogą zwiększyć ryzyko zachorowania na chorobę nowotworową. Ryzyko to jest jednak bardzo małe. Większego ryzyka można spodziewać się wdychając dym tytoniowy albo pył azbestowy oraz ekspozując się na promieniowanie ultrafioletowe.

Miarą wielkości narażenia człowieka na działanie promieniowania jonizującego jest dawka równoważna lub dawka skuteczna. Jednostką dawki równoważnej i skutecznej jest siwert (Sv). Siwert - to jednostka stosunkowo duża, dlatego używane są pochodne jednostki: milisiwerty (1 mSv = 0,001 Sv) i mikrosiwerty (1 μSv = 0,000001 Sv). Uznaje się, że dawka jest mała, jeżeli nie przekracza wartości około 100 mSv. Duże dawki to dawki rzędu kilku i więcej Sv.

W 2008 r. jedna czwarta średniej rocznej dawki skutecznej od wszystkich źródeł promieniowania dla statystycznego Polaka to dawka od zastosowań medycznych (wkład tej dawki systematycznie rośnie w stosunku do średniej rocznej dawki skutecznej).



Rys. 3. Udział różnych źródeł promieniowania jonizującego w średniej rocznej dawce skutecznej (3,4 mSv) otrzymanej przez statystycznego mieszkańca Polski (PAA, 2008).

Wszystko to przez Roentgena

Przypadkowe odkrycie dokonane w roku 1895 przez Wilhelma Konrada Roentgena zmieniło historię naszej cywilizacji. Odkryte przez niego promieniowanie X (nazywane również promieniowaniem rentgenowskim) stanowi podstawę wielu dziedzin nowoczesnej medycyny. Dzięki niemu człowiek mógł po raz pierwszy zobaczyć wewnątrz ciała bez konieczności wykonania zabiegu chirurgicznego.

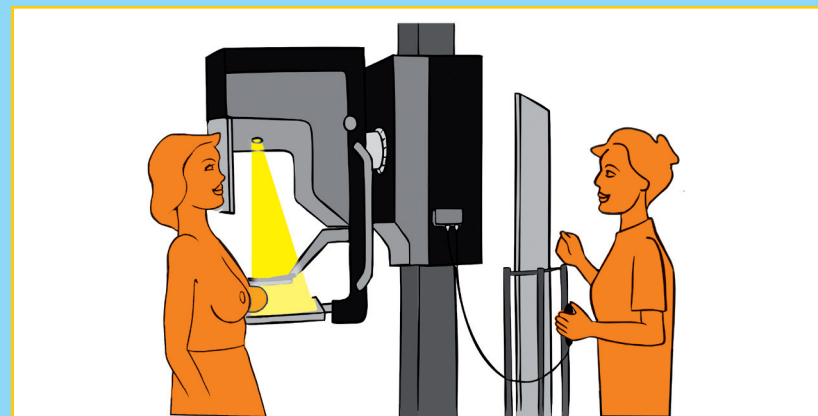


Rys. 4. Wilhelm Konrad Roentgen i Maria Skłodowska-Curie. Po prawej – pierwsze zdjęcie rentgenowskie dłoni żony Roentgena.

Łatwość wytworzenia, zdolność przenikania przez ciało człowieka i zaczerpnięcia błon fotograficznych spowodowały, że promieniowanie rentgenowskie od początku stało się ważnym narzędziem w diagnostyce medycznej. Z czasem zaczęto wykorzystywać inne źródła i rodzaje promieniowania. Również odkrycia naszej rodaczki Marii Skłodowskiej-Curie odegrały ważną rolę w poznaniu promieniotwórczych własności materii (odkrycie radu i polonu).

Diagnostyka medyczna

Diagnostyka medyczna z zastosowaniem promieniowania jonizującego jest nieinwazyjną metodą obrazowania wewnętrznych narządów człowieka. Obraz otrzymywany jest na błonach rentgenowskich lub w postaci cyfrowej prezentowany na monitorze komputera. Dzięki tej metodzie można diagnozować np. złamania kości, zmiany nowotworowe, stany zapalne.

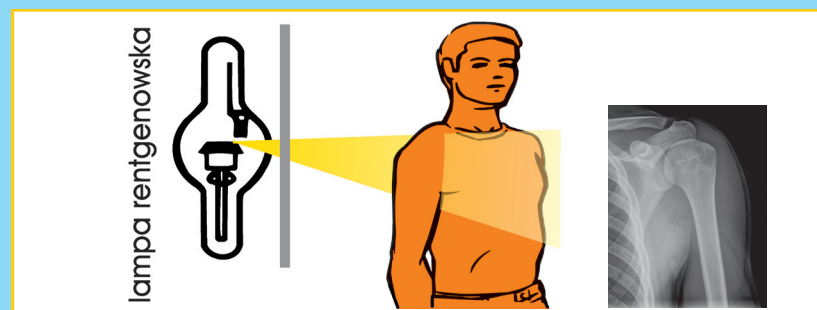


Rys. 5. Mammograficzny aparat rentgenowski.

Rentgenodiagnostyka

Polega na rejestrowaniu promieniowania wytworzonego przez lampę rentgenowską, osłabionego wskutek częściowego pochłaniania przez tkanki pacjenta. Aparatami rentgenowskimi wykonuje się zdjęcia m.in. klatki piersiowej, czaszki, kręgosłupa, miednicy, kości kończyn dolnych i górnych, zębów, piersi.

W części badań rentgenodiagnostycznych stosuje się silnie pochłaniające substancje kontrastowe podawane przed lub podczas badania w celu lepszego uwidocznienia tych struktur ciała, które przy typowych badaniach byłyby niewidoczne.

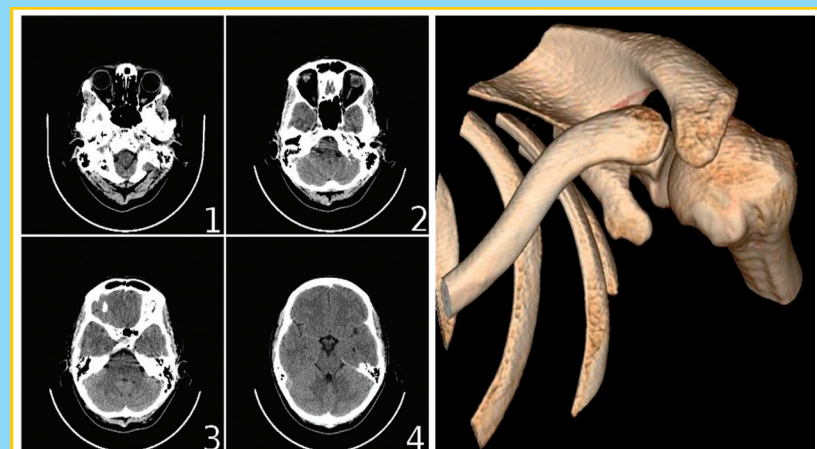


Rys. 6. Sposób powstania obrazu w rentgenodiagnostyce.

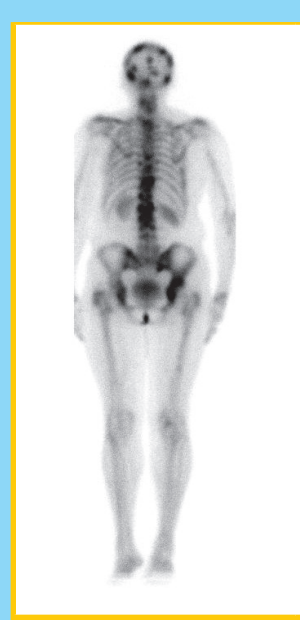
Otrzymywane w klasycznej rentgenodiagnostyce zdjęcia choć pokazują wewnętrzne struktury ciała, to nie pozwalają na precyzyjną ich lokalizację. Dopiero wynalezienie tomografu komputerowego umożliwiło otrzymywanie trójwymiarowych obrazów.

Tomografia komputerowa (CT, TK)

Jest techniką rentgenodiagnostyczną umożliwiającą obrazowanie poprzecznych warstw ciała pacjenta. Warstwy takie otrzymuje się dzięki zastosowaniu lampy rentgenowskiej, która wiruje wokół pacjenta oraz specjalnego programu komputerowego.



Rys. 7. Po lewej – poprzeczne przekroje głowy uzyskane za pomocą tomografu komputerowego, po prawej – zrekonstruowany trójwymiarowy obraz barku wykonany przez tomograf komputerowy.



Rys. 8. Scyntygram kości.

Medycyna nuklearna

Wykorzystuje rejestrację promieniowania emitowanego przez zgromadzony w tkance radiofarmaceutyk, celowo podany pacjentowi (dożylnie lub doustnie). Radiofarmaceutyk jest substancją, która w swoim składzie posiada izotopy pierwiastków promieniotwórczych (radionuklidy). Rozmieszczenie radionuklidu umożliwia określenie lokalizacji, wielkości oraz liczby obszarów chorobowych. Obrazy rozmieszczenia radiofarmaceutyków w tkankach nazywamy scyntygramami.

Dokładniejsze, anatomiczne umiejscowienie zmiany chorobowej możliwe jest dzięki zastosowaniu komputerowej tomografii emisyjnej.

Komputerowa tomografia emisyjna (SPECT/PET)

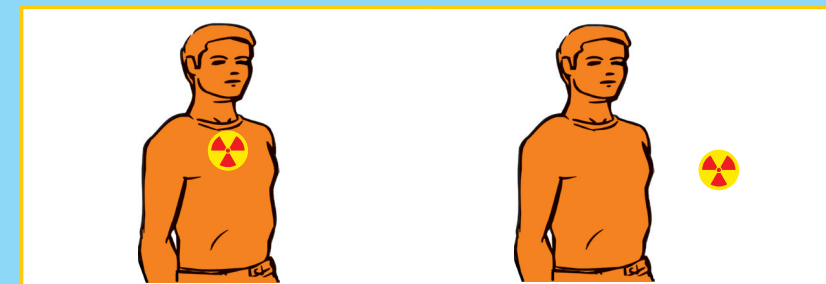
Jest nowoczesną techniką obrazowania, która wykorzystuje jednocześnie tomografię komputerową i medycynę nuklearną. Pozwala na trójwymiarowe, dynamiczne obrazowanie tkanek, narządów lub całego ciała, z użyciem małych ilości radiofarmaceutyków.

Radiologia zabiegowa

Radiologia zabiegowa to małoinwazyjna metoda przeprowadzania zabiegów wspomaganých obrazowaniem techniką rentgenowską. Metodą tą zastępuje niebezpieczne zabiegi chirurgiczne. W odróżnieniu od typowych zabiegów chirurgicznych, procedury radiologii zabiegowej wykonuje się przez małe (punktowe) nacięcia skóry, często tylko w znieczuleniu miejscowym. Metodą tą wykonuje się np. precyzyjne zabiegi neurochirurgiczne i kardiologiczne, jak embolizację (zamierzenie zamknięcia światła naczyń krwionośnych), angioplastykę (poszerzanie naczyń krwionośnych), biopsję. Pod kontrolą aparatu rentgenowskiego przeprowadza się też zabiegi np. usuwania kamieni żółciowych, rozszerzania moczowodów.

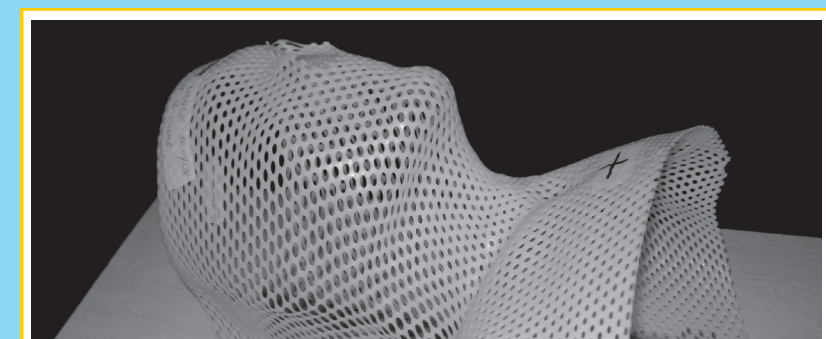
Radioterapia

Jest głównym sposobem leczenia nowotworów i polega na niszczeniu tkanki nowotworowej za pomocą promieniowania jonizującego. Leczenie prowadzi się tak, aby ograniczyć uszkodzenia sąsiednich tkanek lub narządów. Nawet przy dobrej praktyce i sprawnej aparaturze zdarzają się powikłania, które można wyleczyć. Komórki rakowe mogą być napromieniane z zewnątrz (tele-radioterapia) lub za pomocą małych źródeł umieszczonych w ciele pacjenta w bezpośrednim sąsiedztwie nowotworu (brachyterapia).



Rys. 9. Umieszczenie źródeł promieniowania, po lewej – w brachyterapii, po prawej – w teleradioterapii.

Radioterapia jest planowana indywidualnie dla każdego pacjenta. Szczegółowo ustala się wartości dawek napromieniania oraz precyzyjnie projektuje się ustawienie źródeł promieniowania w stosunku do pacjenta, a także przygotowuje się dodatkowe osłony na narządy szczególnie wrażliwe na promieniowanie, jak tarczyca czy gonady.

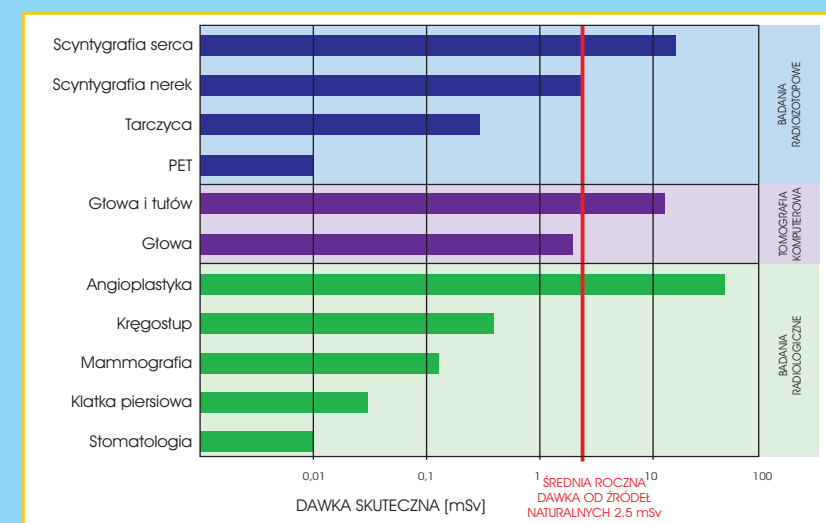


Rys. 10. Maska do ułożenia głowy stosowana podczas teleradioterapii formowana indywidualnie dla każdego pacjenta.

Ochrona radiologiczna pacjenta

Celem ochrony radiologicznej w medycynie jest umożliwienie racjonalnego korzystania z dobrodziejstw wynikających ze stosowania promieniowania jonizującego. Ponieważ nie jest ono lekiem samo w sobie i nieumiejętnie zastosowane może być szkodliwe dla zdrowia, ustalone zostały zasady bezpiecznego wykorzystania promieniowania we współczesnej medycynie. ■ Badanie diagnostyczne z wykorzystaniem promieniowania jonizującego wykonuje się w większości przypadków na podstawie pisemnego skierowania lekarskiego wystawionego po upewnieniu się, że inne alternatywne, nieinwazyjne i nienarażające na działanie promieniowania jonizującego metody, a także wcześniej wykonane badania z zastosowaniem promieniowania nie mogą dostarczyć równoważnych informacji. ■ Wykonuje się tylko takie procedury medyczne, które są poprawnie dopuszczone do stosowania. ■ Dawki otrzymywane przez pacjentów utrzymywane są na bezpiecznych poziomach. ■ Osoby wykonujące procedury radiologiczne posiadają specjalistyczną wiedzę i szczególną uprawnień w zakresie ochrony radiologicznej pacjenta. ■ Stosowana medyczna aparatura radiologiczna spełnia ustalone przepisami wymagania i podlega systematycznej kontroli. ■ Podczas badań pacjent chroniony jest przed niepotrzebnym napromienieniem za pomocą osłon. ■ Wykonywanie badań z zastosowaniem promieniowania jonizującego u kobiet w ciąży, matek karmiących piersią i dzieci jest dozwolone, ale wymaga szczególnie ostrożnego podejścia. ■ Pacjent ma prawo do informacji o wielkości narażenia i ryzyku związanym z wykonywanym badaniem.

Powyższe działania, w połączeniu z postępowaniem technologicznym sprawiły, że narażenie pacjenta na promieniowanie jonizujące pochodzące od zastosowań medycznych jest porównywalne z narażeniem na promieniowanie od źródeł naturalnych.



Rys. 11. Przeciętne narażenie pacjenta na promieniowanie w rutynowych badaniach medycznych.