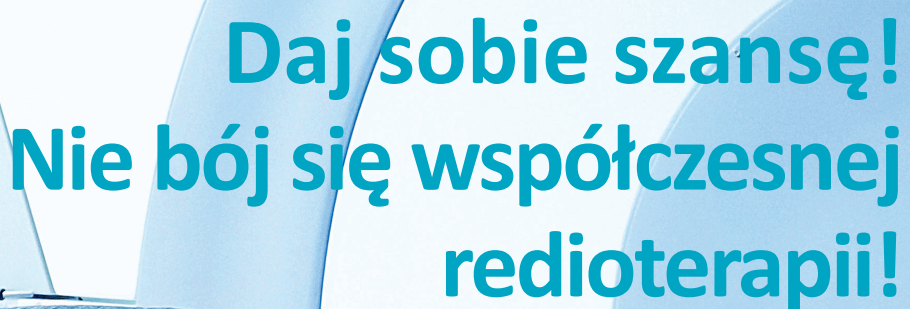


Dr n. med. Agnieszka Żyromska

Daj sobie szansę! Nie bój się współczesnej radioterapii!



Szczecin 2020



Daj sobie szansę!
Nie bój się współczesnej
radioterapii!



Wstęp	4
Wprowadzenie	5
Rodzaje radioterapii	8
Nowoczesne techniki napromieniania	12
Przeciwwskazania do radioterapii	17
Radioterapia dzieci	18
Przebieg radioterapii	20
Reakcja organizmu na napromienianie - potencjalne działania niepożądane	22
Reakcja nowotworu na napromienianie	25
Wskazówki dla napromienianych pacjentów	26

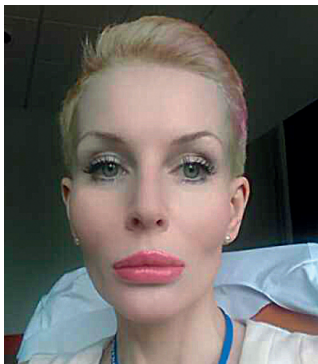
Szanowni Państwo,

Radioterapia jest słowem, które wielu kojarzy się z konkretnym obrazem czy definicją, a jeszcze mniejszej liczbie osób kojarzy się pozytywnie. Pacjentom, którzy z niej skorzystali lub właśnie korzystają kojarzy się ciągle jeszcze z pojęciami, które nie oddają prawdziwej zasady leczenia promieniami. Tym właśnie jest radioterapia – leczeniem – a zatem sposobem na to, by pomóc pacjentowi w poważnym problemie zdrowotnym, jakim jest zachorowanie na nowotwór złośliwy. Metoda, o której znajdziecie Państwo w tym opracowaniu informacje wykorzystuje

do leczenia promieniowanie. Wielodyscyplinarny zespół terapeutyczny zaangażowany w planowanie i prowadzenie leczenia promieniami zapewnia ponad 50% pacjentów chorych na różne nowotwory możliwość wyleczenia z choroby onkologicznej lub spowolnienia jej przebiegu i złagodzenia objawów, które jej towarzyszą. Trudno dziś sobie wyobrazić leczenie onkologiczne z wyłączeniem radioterapii, której dynamiczny rozwój w dużej mierze zależy od postępu technologicznego, ale jednocześnie w coraz większym stopniu od postępu w naukach biologicznych. Promieniowanie stosowane na potrzeby radioterapii pozostaje pod ścisłą kontrolą, zapewniając skuteczne i, co ogromnie ważne, bezpieczne działanie przeciwnowotworowe. Dodatkowo leczenie promie-

niami jest metodą nieinwazyjną, a samo promieniowanie jest dla pacjenta nieodczuwalne. Radioterapia nie ma nic wspólnego z „naświetlaniem” ani „spalaniem”. Fascynujące mechanizmy oddziaływa-

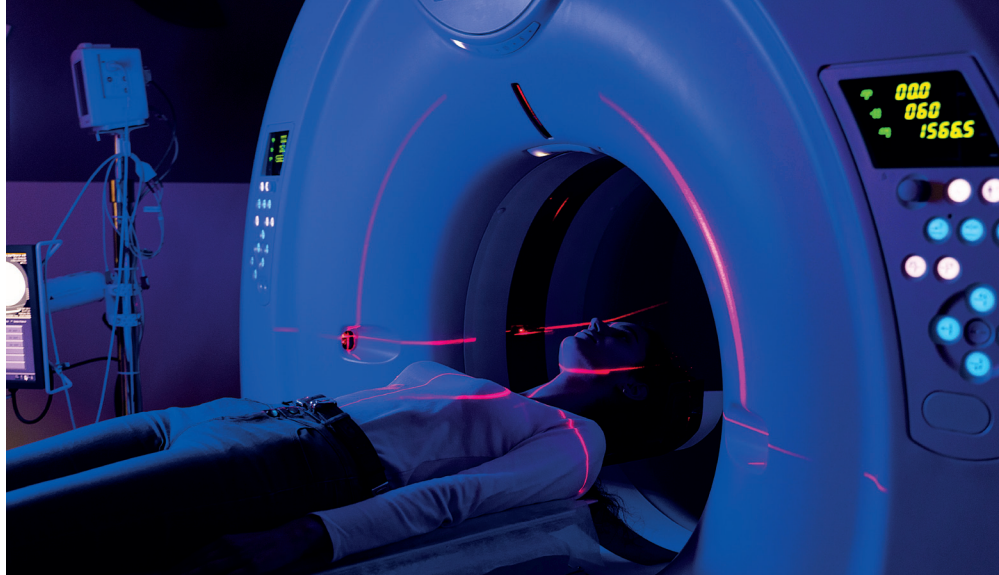
nia promieniowania na tkankę nowotworową zostały w poniższym opracowaniu po krótko opisane, a wciąż wyniki badań naukowych dostarczają nową wiedzę o kolejnych, korzystnych dla pacjenta wpływach promieniowania na organizm zaatakowany przez nowotwór. Współcześnie radioterapia nie tylko stanowi element leczenia onko-



Dr n. med. **Agnieszka Żyromska**

logicznego, kojarzony z innymi metodami, takimi jak leczenie chirurgiczne i chemioterapia. U części pacjentów radioterapia może stanowić wręcz nieinwazyjną alternatywę dla leczenia operacyjnego, także guzów niezłośliwych. Co więcej, radioterapia wykazuje działanie korzystne w niektórych chorobach nienowotworowych. Niewielka lista przeciwwskazań do leczenia promieniami sprawia, że często jest to optymalna metoda proponowana pacjentom, u których nie można zastosować leczenia operacyjnego czy chemioterapii. Wiedza oswaja nasz lęk. Zatem zapraszam Państwa do lektury.

Dr n. med. Agnieszka Żyromska,
specjalista onkolog radioterapeuta,
pediatra, mgr radiobiologii



Wprowadzenie

Rola radioterapii w leczeniu pacjentów z chorobami nowotworowymi

Radioterapia, czyli leczenie promieniami, jest *nieinwazyjną - nieodczuwalną w żaden sposób przez pacjenta - metodą walki z nowotworami*, wykorzystywaną od końca XIX wieku i stale udoskonalaną. Radioterapia stanowi jedną z najszybciej rozwijających się dziedzin medycyny. Zgodnie z międzynarodowymi standardami radioterapia powinna być stosowana u około 60% osób chorych na nowotwory. Stanowi ona szczególnie istotny element terapii w przypadku takich nowotworów, jak: rak płuca, rak piersi, rak gruczołu krokowego, rak pęcherza moczowego, raki układu pokarmowego (odbytnicy, żołądka, przełyku, trzustki), raki narządu rodowego (trzony i szyjki macicy), raki regionu głowy i szyi (krtani, gardła, jamy ustnej, zatok przynosowych,

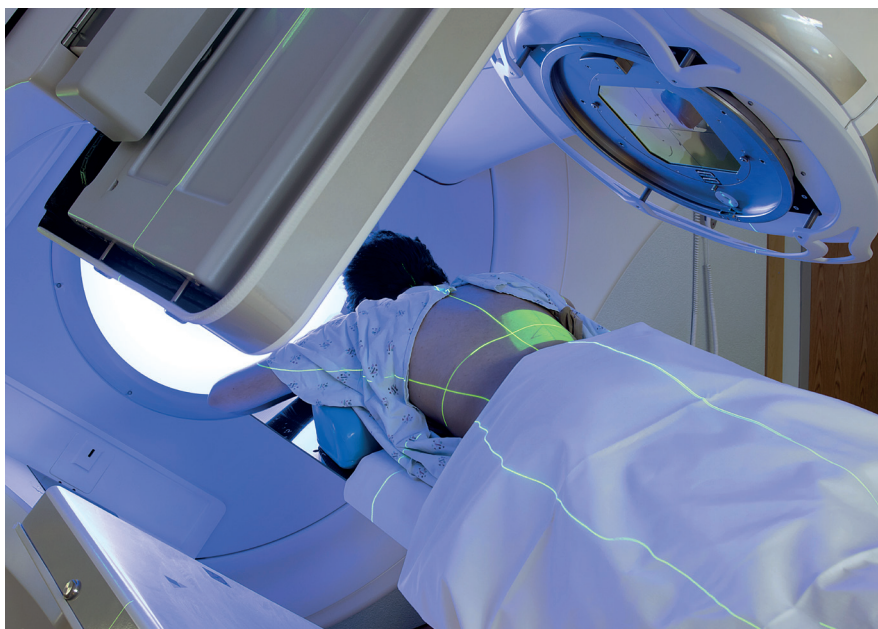
ślinianek), chłoniaki, nowotwory mózgu, mięsaki tkanek miękkich i kości. Wykorzystywane w radioterapii wysokoenergetyczne *promieniowanie X (fotony)* precyzyjnie dociera do zaplanowanego obszaru tkanek, gdzie uszkadza materiał genetyczny (DNA) komórek nowotworu. W konsekwencji, na drodze skomplikowanych biologicznych mechanizmów, dochodzi do wyeliminowania nowotworu z miejsca działania promieniowania. Skuteczność i bezpieczeństwo współczesnej radioterapii zapewniają zaawansowane technologie oraz wielospecjalistyczny zespół złożony z lekarzy onkologów radioterapeutów, fizyków medycznych, elektroradiologów i pielęgniarek. Kompleksowa opieka nad napromienianym pacjentem wymaga współpracy z lekarzami innych specjalności onkologicznych (chirurdzy, onkolodzy kliniczni) i pozaonkologicznych, a także psychologami i dietetykami.

Intencja leczenia promieniami

W zależności od zaawansowania choroby nowotworowej, ogólnego stanu pacjenta i współistnienia innych chorób, radioterapia może być stosowana z intencją wyleczenia pacjenta (radioterapia radykalna) lub spowolnienia przebiegu choroby i/lub łagodzenia jej objawów (radioterapia paliatywna).

Radioterapia radykalna jest skutecznym i bezpiecznym leczeniem pacjentów z ograniczoną rozległością choroby nowotworowej i w dobrym stanie ogólnym. Jest zwykle stosowana przez kilka tygodni i może być skojarzona jednocześnie lub sekwencyjnie z innymi metodami leczenia onkologicznego, takimi jak chemioterapia lub/i leczenie chirurgiczne. W przypadku radioterapii radykalnej całkowita, indywidualnie ustalona dla pacjenta, dawka promieniowania podzielona jest na tak zwane frakcje. Pojedyncze frakcje promieniowania trwają zwykle kilka - kilkanaście minut

i podawane są raz dziennie od poniedziałku do piątku. W uzasadnionych, w ocenie lekarza specjalisty, sytuacjach klinicznych możliwa jest modyfikacja standardowego frakcjonowania całkowitej dawki promieniowania, np. podawanie więcej niż jednej frakcji dziennie lub stosowanie radioterapii tylko w określone dni tygodnia. Występowanie u pacjenta przerzutów nowotworu nie wyklucza z góry możliwości zastosowania radykalnej radioterapii. Może być ona rozważana w przypadku, gdy liczba przerzutów jest ograniczona, a kompleksowa ocena stanu klinicznego pacjenta pozwala prognozować w wyniku takiego postępowania wyleczenie. Pojedyncze przerzuty są zwykle poddawane działaniu pojedynczej lub kilku wysokich dawek promieniowania, podawanych z zastosowaniem technik radioterapii umożliwiających precyzyjne zdeponowanie energii fotonów w ograniczonej objętości tkanek (tzw. radiochirurgia lub frakcjonowana radioterapia stereotaktyczna).





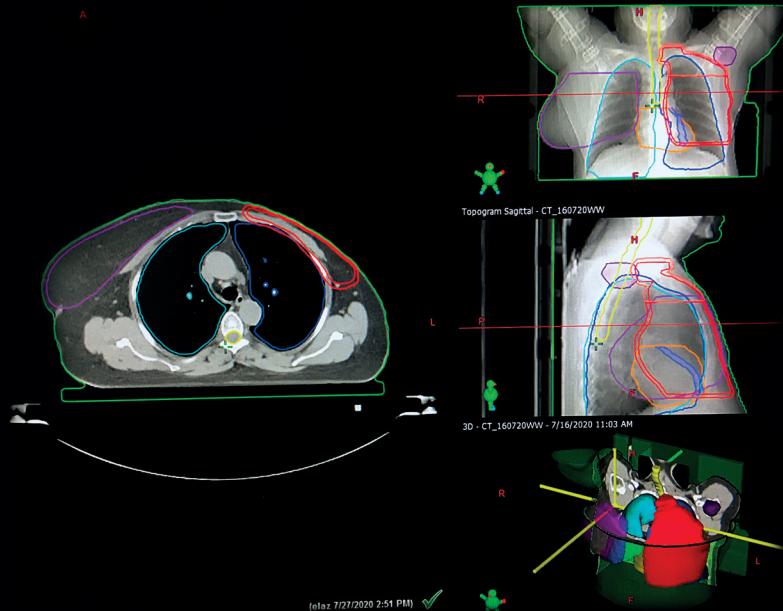
Radioterapia paliatywna powinna zapewnić szybki efekt terapeutyczny, stąd stosowana jest w sposób zintensyfikowany w znacznie krótszym czasie (jeden do kilku dni) niż radioterapia radykalna. Dzięki temu pacjent zyskuje skuteczną pomoc bez konieczności częstych wizyt w zakładzie radioterapii.

W każdym przypadku dawka promieniowania i schemat jej podawania ustalane są przez lekarza onkologa radioterapeutę indywidualnie. Nawet w przypadku dwóch pacjentów chorych na ten sam nowotwór, o tej samej lokalizacji, leczenie może przebiegać inaczej w związku z szeregiem czynników zależnych od pacjenta i jego choroby.

Zastosowania radioterapii w chorobach nienowotworowych

Radioterapia jest także skuteczną metodą leczenia niektórych chorób nie-

nowotworowych, głównie przewlekłych chorób zapalnych stawów i powięzi, nie poddających się skutecznemu leczeniu innymi metodami (takimi jak leczenie farmakologiczne czy fizjoterapia) i przebiegających z dolegliwościami bólowymi oraz włóknieniem i kostnieniem tkanek. W tym przypadku stosuje się zdecydowanie niższe dawki promieniowania niż dla nowotworów, co generuje przeciwzapalny mechanizm oddziaływania promieni. Korzyść z radioterapii odnoszą pacjenci cierpiący z powodu takich chorób, jak: zespół bolesnego łokcia (tzw. łokieć tenisisty), zespół bolesnego barku, choroba Dupuytrena (przykurcz rozciągniętego dłoniowego), zapalenie powięzi podeszwowej stopy (tzw. ostroga piętowa), zapalenie ścięgna Achillesa. Radioterapię wykorzystuje się także w leczeniu opornego na farmakoterapię wytrzeszczu oczu w przebiegu choroby Gravesa-Basedowa.



Ryc.1A. Okonturowany obszar do napromieniania i narządy zdrowe z nim sąsiadujące na obrazach CT, napromienianie bliźny po mastektomii u pacjentki chorej na raka piersi.

Rodzaje radioterapii

Teleradioterapia

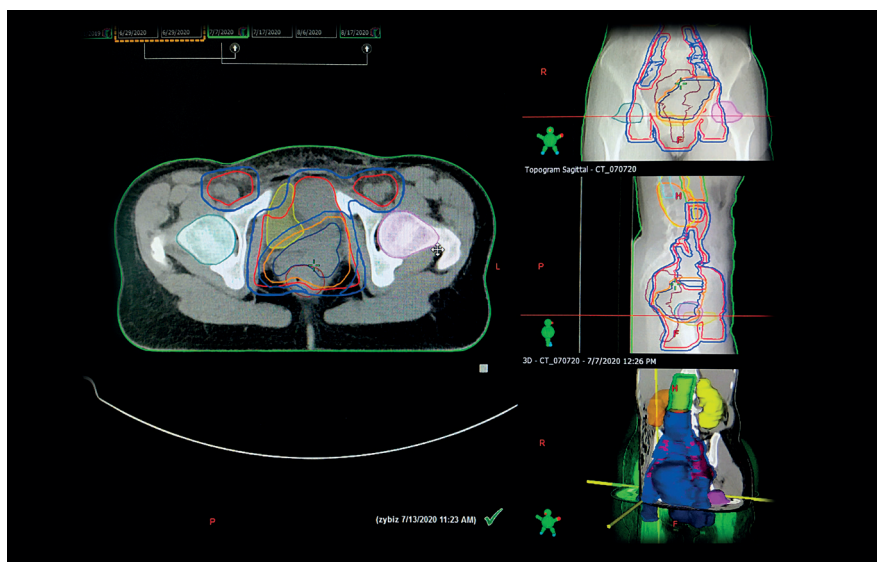
To najczęściej stosowana metoda napromieniania na świecie. Współczesna teleradioterapia wymaga wykorzystania nie tylko wiedzy medycznej, ale także szeregu najnowszych technologii, zarówno do planowania, jak i realizacji napromieniania. W celu precyzyjnego wyznaczenia obszaru tkanek, które należy napromienić, w procesie planowania radioterapii wykonuje się badania obrazowe, takie jak tomografia komputerowa (CT) lub rezonans magnetyczny (MR). W indywidualnych przypadkach lekarz onkolog radioterapeuta może zdecydować o planowaniu radioterapii z wykorzystaniem pozytonowej tomografii emi-

synej (PET/CT). PET/CT nie tylko obrazuje tkanki, ale także wykazuje w nich metabolizm specyficznego dla danego nowotworu czynnika biologicznego (np. glukozy czy aminokwasu), podawanego w sprzężeniu z radioznacznikiem jako specyficzny dożylny kontrast. PET/CT najczęściej wykonuje się w celu planowania radioterapii raka płuca, raków regionu głowy i szyi, raka szyjki macicy. Na uzyskanych dzięki wymienionym badaniom obrazach, czyli 1-5 - milimetrowych warstwach poprzecznych ciała, specjalista onkolog radioterapeuta konturuje (wyznacza rysunkiem), posługując się zaawansowanymi narzędziami informatycznymi, obszar tkanek przeznaczony do napromieniania (Ryc.1).

W celu precyzyjnego objęcia dawką promieniowania wszystkich zajętych przez nowotwór tkanek lekarz korzysta z danych pochodzących z wcześniej wykonanych badań diagnostycznych, takich jak: badania obrazowe (np. RTG, mammografia, CT, MR, scyntygrafia, PET/CT), badania endoskopowe, histo-patologiczne, a także opisy zabiegów operacyjnych. Stąd niezwykle ważne jest dostarczenie przez pacjenta wyników tych badań (opisu i płyt CD) podczas pierwszej wizyty w zakładzie radioterapii. Poza obszarem przeznaczonym do napromienienia, onkolog radioterapeuta konturuje na skanach z badań obrazowych sąsiadujące z nowotworem tkanki zdrowe, które należy chronić przed promieniowaniem. Następnie określa wysokość dawek promieniowania (całkowitej i frakcyjnej) przeznaczonych dla nowotworu oraz graniczne (nieprzekraczalne) dawki promieniowania dla narządów zdrowych i przekazuje zlecenie planowanie fizycznych parametrów radioterapii do zakładu fizyki medycznej. Wykorzystu-

jąc zaawansowane narzędzia informatyczne, fizycy medyczni planują ilość i energię wiązek promieniowania, ich układ geometryczny oraz zastosowanie technik chroniących zdrowe tkanki. Komputerowe systemy planowania radioterapii pozwalają z dużą precyzją przewidzieć rozkład dawki promieniowania w eksponowanych na nie tkankach indywidualnego pacjenta. Ostatecznie zespół: fizyk medyczny – lekarz onkolog radioterapeuta decyduje o wyborze optymalnego planu radioterapii, który zostaje przekazany do etapu weryfikacji dozymetrycznej (kontrola rzeczywistego rozkładu dawki w fantomie na aparacie terapeutycznym) i geometrycznej (kontrola układu geometrycznego wiązek promieniowania na pacjencie). Pozytywne wyniki weryfikacji pozwalają rozpocząć leczenie.

Planowanie leczenia promieniami jest zatem skomplikowanym i czasochłonnym (trwającym do 2 tygodni) procesem, wymagającym udziału specjalistów różnych dziedzin i współczesnych narzędzi technologicz-



Ryc.1B. Okonturowany obszar do napromieniania i narządy zdrowe z nim sąsiadujące na obrazach CT, napromienianie zaawansowanego raka szyjki macicy (narządu rodnego i węzłów chłonnych)

nych. Jest to jednocześnie proces kluczowy dla osiągnięcia zamierzonego celu terapeutycznego.

Realizacja leczenia odbywa się przy wykorzystaniu aparatu terapeutycznego, nazywanego akceleratorem lub przyspieszaczem liniowym. Generuje on promieniowanie X w pewnej odległości („tele” – z grec. – daleki, odległy) od leżącego na specjalnym stole pacjenta i wysyła jego wiązki z milimetrową precyzją zgodnie z przygotowanym przez lekarza i fizyka planem. Cały proces pojedynczego napromieniania jest ściśle kontrolowany zarówno przez obsługujący aparat zespół elektroradiologów, jak i automatycznie – przez systemy komputerowe.

Szczególną odmianą teleradioterapii jest stosowana od lat 50-tych **protonoterapia**, która do napromieniania zmian nowotworowych wykorzystuje wiązki dodatnio naładowanych cząstek – protonów. Protony charakteryzuje porównywalna do fotonów skuteczność biologiczna wobec nowotworu przy odmiennych właściwościach fizycznych, które pozwalają w większym stopniu ograniczyć obszar napromieniania do objętości guza. Stąd też podstawowym wskazaniem do stosowania protonów są nowotwory zlokalizowane w bliskim sąsiedztwie narządów zdrowych, których napromienienie niesie za sobą ryzyko poważ-

nych dla zdrowia i życia uszkodzeń, a także nawrót nowotworu w lokalizacji wcześniej napromienionej i jednocześnie krytycznej dla funkcjonowania pacjenta. Szacuje się, że ok. 15% osób kwalifikowanych do radioterapii może być kandydatami do protonoterapii. Wśród nich znajdują się pacjenci z guzami zlokalizowanymi w tak wrażliwych obszarach, jak: narząd wzroku, podstawa czaszki, okolica okołordzeniowa, region głowy i szyi, niektóre okolice mózgu. Szczególną grupą pacjentów, która może odnieść korzyść z leczenia protonami są dzieci oraz młodzi dorośli, u których ochrona zdrowych tkanek przed późnymi efektami popromiennymi jest szczególnie istotna ze względu na spodziewany długi czas przeżycia.

Do eksperymentalnych sposobów teleradioterapii należy stosowanie innych naładowanych cząstek, tzw. **ciężkich jonów**, wśród których najczęściej wykorzystywane są jony węgla C-12. Charakteryzują się one nie tylko, tak jak protony, wysoką selektywnością napromieniania (maksymalna ochrona zdrowych tkanek), ale także wyższą, niż w przypadku fotonów i protonów skutecznością biologiczną. Na świecie istnieje zaledwie kilka ośrodków stosujących ciężkie jony do leczenia pacjentów chorych na nowotwory w ramach badań klinicznych, większość zlokalizowana w Azji.



Ryc.1C. Okonturowany obszar do napromieniania i narządy zdrowe z nim sąsiadujące na obrazach CT, napromienianie raka krtani i węzłów chłonnych szyjnych.



Ryc.2. Brachyterapia raka piersi.

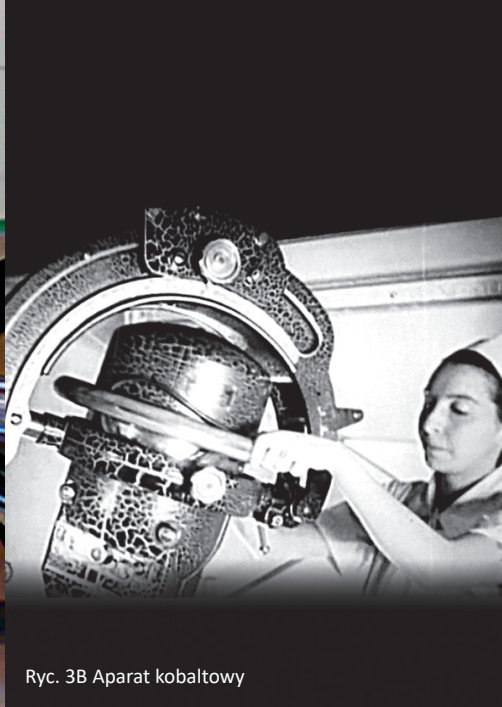
Brachyterapia

Brachyterapia jest metodą radioterapii dedykowaną wybranym pacjentom, najczęściej chorym na raka piersi, stercza, skóry, płuca, przełyku i nowotwory narządu rodowego. Może być stosowana jako leczenie samodzielne (radykalne lub paliatywne) albo skojarzone z teleradioterapią. Metoda ta wykorzystuje zmikronizowane źródła promieniotwórcze (najczęściej Iryd-192) umieszczane na ograniczony czas (zwykle minuty) bezpośrednio w guzie lub w najbliższym jego sąsiedztwie. Specyficzny rozkład dawki promieniowania wokół źródła promieniotwórczego pozwala na precyzyjne napromienienie nowotworu o ograniczonych wymiarach przy maksymalnym oszczędzeniu zdrowych, otaczających guz

tkanek. Zlokalizowanie źródła w odpowiednim obszarze tkanek wymaga uprzedniego umieszczenia w naturalnych jamach ciała (pochwa, oskrzele, przełyk) lub bezpośrednio w guzie tak zwanych aplikatorów (igły, prowadnice). Po etapie planowania leczenia (wykorzystującym, podobnie jak w teleradioterapii, zaawansowane systemy informatyczne), aplikatory łączy się z aparatem wyposażonym w źródło promieniotwórcze, przesuwane pneumatycznie w ich kierunku. Jeśli założenie aplikatorów wymaga inwazyjnej ingerencji w tkanki, np. u osób chorych na raka stercza czy raka piersi, pacjent poddawany jest krótkiemu znieczuleniu ogólnemu. Bezpośrednio po napromienieniu aplikatory są usuwane i po krótkim okresie obserwacji pacjent jest wypisywany do domu (Ryc. 2).



Ryc. 3A Lampa rentgenowska



Ryc. 3B Aparat kobaltowy

Nowoczesne techniki napromieniania

Od czasu, gdy pierwszy pacjent chory na nowotwór – raka skóry nosa – został wyleczony promieniami X generowanymi w lampie rentgenowskiej w 1899 roku, radioterapia zmieniła się radykalnie, zarówno dzięki rozwojowi wiedzy medycznej, jak i dynamicznemu postępowi technologicznemu. Po długim okresie wykorzystywania promieni rentgenowskich (niskoenergetyczne, kilowoltowe promienie X (Ryc. 3A) nastąpiła era aparatów kobaltowych (tak zwanych „bomb kobaltowych” (Ryc. 3B), po której pojawiły się współcześnie wykorzystywane przyspieszacze liniowe, generujące wysokoenergetyczne, megawoltowe promieniowanie X. Jednocześnie rozwój metod diagnostycznych, takich

jak CT, MR, a wreszcie PET/CT i zaangażowanie ich do procesu planowania radioterapii, umożliwiły wybitnie wybiórcze napromienianie tkanek nowotworowych z precyzyjną ochroną przed promieniowaniem tkanek zdrowych. Nastąpiła era tzw. radioterapii konformalnej 3D, czyli radioterapii dostosowawczej, której podstawowym założeniem jest dostosowanie pola napromienianego do wielkości, kształtu i przestrzennej konfiguracji zmian nowotworowych (Ryc. 4). Współcześnie radioterapia 3D doczekała się kilku zaawansowanych odmian. O wyborze każdej z nich decyduje, w zależności od oceny korzyści i ryzyka dla indywidualnego pacjenta, lekarz onkolog radioterapeuta.

Do nowoczesnych technik radioterapii należą:

1. Radioterapia 3D z modulacją intensywności dawki (IMRT – Intensity Modulated Radiation Therapy).

Technika ta wykorzystuje bardzo liczne wiązki promieniowania, ogniskujące się w obszarze guza, dzięki czemu uzyskuje się niezwykle dokładne dostosowanie przestrzennego rozkładu dawki promieniowania do kształtu i wielkości nowotworu przy jednoczesnej maksymalnej ochronie zdrowych sąsiadujących tkanek. IMRT pozwala też podczas pojedynczej frakcji radioterapii podać w jednym czasie różne dawki promieniowania w różnych obszarach docelowych, wymagających innej intensywności leczenia (np. wyższą dawkę w obszarze guza, a niższą w obszarze niewidocznego w badaniach obrazowych mikroskopowego nacisku nowotworu). Metodę IMRT wykorzystuje się najczęściej do leczenia raków regionu głowy i szyi, miednicy mniejszej, płuca i guzów mózgu (Ryc. 5).

2. Radioterapia łukowa (VMAT - Volumetric Arc Therapy).

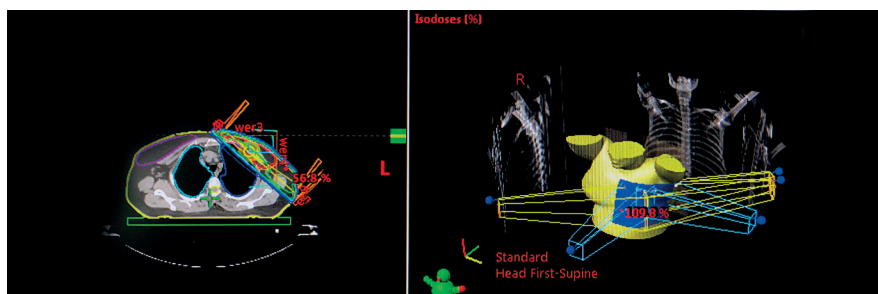
Jest to odmiana techniki IMRT, realizowana jednak nie poprzez stosowanie wielu odrębnych wiązek promieniowania (co wymaga postępu głowicy aparatu na czas emisji każdej z nich), ale poprzez płynny obrót głowicy aparatu terapeutycznego z jednoczesną emisją promieniowania, co istotnie skraca czas pojedynczej frakcji leczenia. Wskazania do tej metody radioterapii są takie same jak w przypadku IMRT (Ryc. 6).

3. Radioterapia 4D - sterowana obrazem (IGRT - Image Guided Radiation Therapy).

Technika ta zapewnia wysoką precyzję realizacji leczenia podczas wielu tygodni jego trwania. Sterowanie obrazem polega na wykonaniu przed każdą frakcją radioterapii badania radiologicznego (zdjęcie rentgenowskie lub tomografia komputerowa) napromienianej okolicy i następnie dostosowanie pozycji pacjenta, a tym samym zdefiniowanego przez lekarza obszaru napromienianego, do pozycji ustalonej i zarejestrowanej w trakcie planowania leczenia. Fuzja obrazu radiologicznego wykonanego bezpośrednio przed napromienianiem i pochodzącego z CT do planowania radioterapii jest podstawą do korekty ułożenia pacjenta na stole terapeutycznym. Technika IGRT jest metodą stosowaną w połączeniu z innymi technikami radioterapii.

4. Radioterapia z opcją bramkowania oddechowego (Respiratory Gating).

W przypadku guzów zlokalizowanych w obszarze o znacznej ruchomości oddechowej (np. w klatce piersiowej) technika ta umożliwia realizację napromieniania tylko w zdefiniowanej wcześniej, podczas planowania radioterapii, pozycji (fazie) oddechowej. Umieszczone na ciele pacjenta znaczniki, „obserwowane” podczas pobytu na aparacie terapeutycznym przez kamery na podczerwień, pozwalają wykryć fazę oddechu („bramkę”), dla której zaplanowano napromienianie i tylko w tej fazie uruchomić emisję wiązek promieniowania. Technika bramkowania eliminuje efekt „uciecz-



Ryc. 4. Planowanie radioterapii 3D u pacjentki chorej na raka piersi lewej, po mastektomii (widoczny układ wiązek promieniowania i rozkład dawki promieniowania w ścianie klatki piersiowej po stronie lewej)

ki” ruchomego oddechowo guza z pola napromienianego. Wcześniej minimalizowano go poprzez napromienianie niestabilnego lokalizacyjnie celu z dużym marginesem bezpieczeństwa – marginesem zdrowych tkanek, co oznaczało większe ryzyko powikłań po leczeniu.

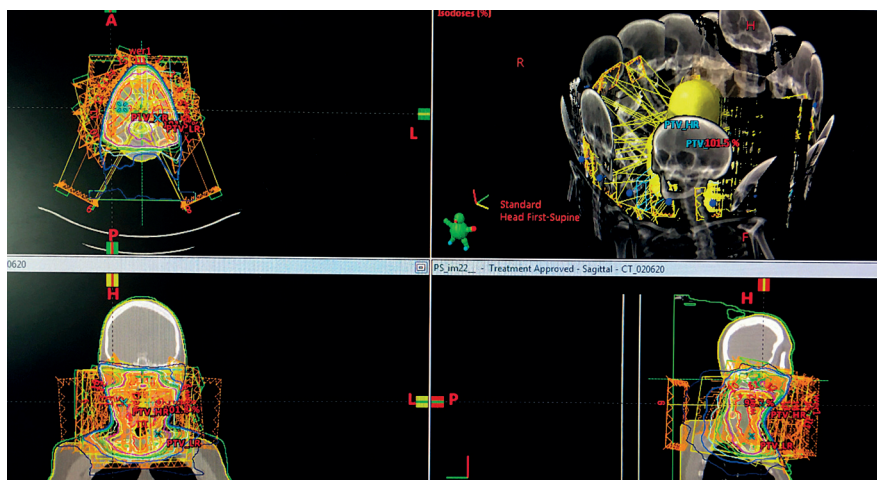
5. Radioterapia na głębokim wdechu (DIBH - Deep Inspiration Breath Hold).

Metodę tę rekomenduje się dla pacjentek chorych na raka lewej piersi, które wymagają uzupełniającego leczenia promieniami po zabiegu operacyjnym. Wiązki promieniowania emitowane są tylko w fazie zatrzymanego aktywnie przez pacjentkę na ok. 30 s głębokiego wdechu. Wypełnione powietrzem płuco odsuwa od napromienianego obszaru (gruczoł piersiowy lub w przypadku mastektomii ściana klatki piersiowej) serce i tym samym pozwala w istotny sposób ograniczyć w nim dawkę promieniowania (Ryc. 7). W konsekwencji technika DIBH zmniejsza potencjalne ryzyko powikłań kardiologicznych po radioterapii. Szczególnym uzasadnieniem dla takiego postępowania jest przebyta chemioterapia i leczenie trastuzumabem (obciążone ryzykiem powikłań kardiologicznych), a także młody wiek pacjentki. Popromienne zaburzenia kardiologiczne

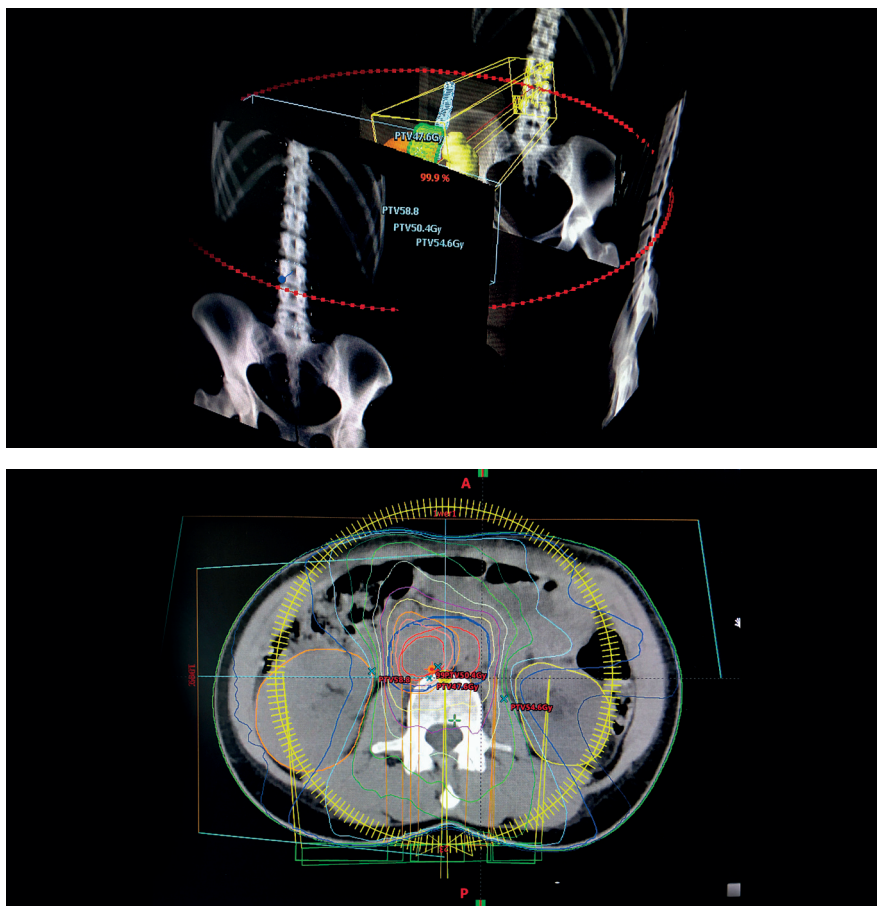
nie pojawiają się bowiem zwykle wcześniej niż 10 lat po przebytej radioterapii. Zastosowanie DIBH wymaga dobrej współpracy pacjentki w trakcie planowania i realizacji radioterapii.

6. Radioterapia stereotaktyczna.

Metoda ta jest zarezerwowana do leczenia małych guzów (do kilku cm), których nie można usunąć chirurgicznie: albo z powodu ich lokalizacji, stwarzającej wysokie ryzyko powikłań pooperacyjnych, albo w związku z obciążeniem pacjenta innymi chorobami dyskwalifikującymi od znieczulenia ogólnego, ewentualnie ze względu na braku zgody pacjenta na leczenie operacyjne. Techniki stereotaktyczne wykorzystują bardzo dużą liczbę wiązek promieniowania położonych w różnych płaszczyznach, zogniskowanych w małej objętości guza nowotworowego i wymagają stosowania szczególnych metod stabilizacji pacjenta podczas napromieniania (Ryc. 8). Umożliwia to podanie w obszarze docelowym wysokiej dawki promieniowania z chirurgiczną wręcz precyzją przy zastosowaniu pojedynczej (radiochirurgia) lub kilku frakcji (stereotaktyczna radioterapia frakcjonowana) radioterapii, przy jednoczesnej maksymalnej ochronie tkanek zdrowych. Radioterapia stereotaktyczna jest najczęściej



Ryc. 5. Planowanie radioterapii 3D-IMRT u pacjenta chorego na raka krtani (widoczny układ wiązek promieniowania i rozkład dawki promieniowania)



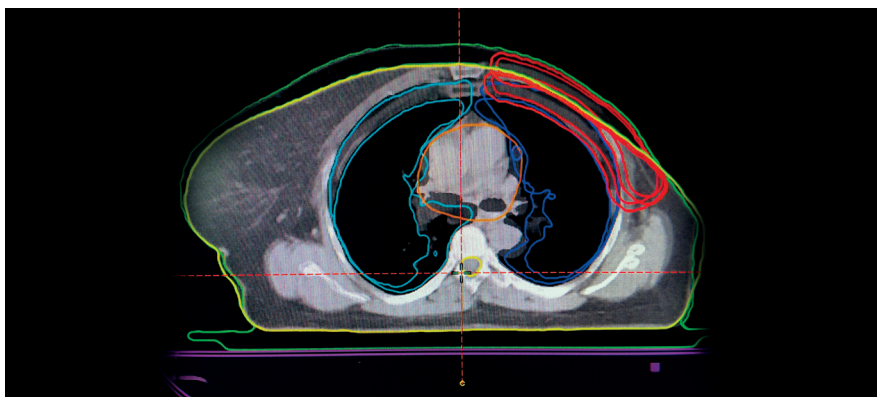
Ryc. 6. Planowanie radioterapii 3D-lukowej na obszar guza jamy brzusznej

wykorzystywana do leczenia pacjentów chorych na wczesnie zaawansowany rak płuca, rak stercza, guzy mózgu, w tym guzy niezołśliwe (oponiaki, nerwiaki nerwu VIII, mikrogruczolaki przysadki, malformacje tętniczo-żylne), a także w przypadku pojedynczych przerzutów różnych nowotworów, szczególnie zlokalizowanych w mózgu, wątrobie, płucach czy układzie kostnym.

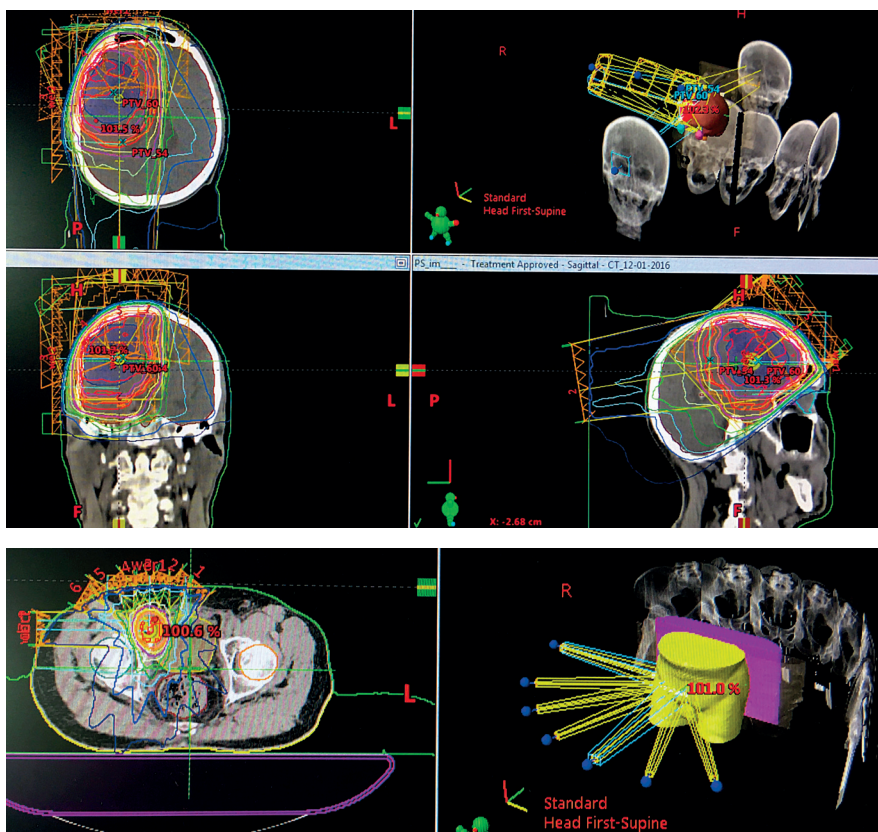
7. Radioterapia śródoperacyjna (IORT – Intraoperative Radiotherapy).

Jest to metoda napromieniania realizowana na sali operacyjnej, bezpośrednio po usunię-

ciu guza nowotworowego, przy udziale specjalnie dedykowanego aparatu, który emituje promienie X lub elektrony. Takie postępowanie pozwala precyzyjnie określić przeznaczony do napromienienia obszar tkanek, które charakteryzuje wysokie ryzyko obecności resztkowych mikroskopowych zmian nowotworowych. Najczęstszym wskazaniem do IORT jest podwyższenie dawki promieniowania w obszarze łoża po wyciętym raku piersi przed zastosowaniem obligatoryjnego napromieniania całego gruczołu piersiowego w okresie pooperacyjnym.



Ryc. 7. Fuzja CT na swobodnym i głębokim wdechu – widoczna zmiana w wypełnieniu płuc i efekt odsunięcia ściany klatki piersiowej od serca.



Ryc. 8. Radioterapia stereotaktyczna: A – śródmózgowa (guza mózgu), B – w regionie miednicy mniejszej (pojedynczego przerzutu do węzła chłonnego)



Przeciwwskazania do radioterapii

Radioterapia jest bezwzględnie przeciwwskazana w sytuacjach, gdy stwarza wysokie ryzyko pogorszenia stanu klinicznego pacjenta lub zagraża jego bezpieczeństwu. Do takich sytuacji zalicza się: brak możliwości nawiązania z pacjentem logicznego kontaktu i współpracy z nim w trakcie napromieniania, aktywny proces zapalny (zakażenie) lub rozpad guza w obszarze planowanej radioterapii, a także wysokie ryzyko przerwania ciągłości osłabionych naciekami nowotworowymi tkanek (ryzyko przetoki lub krwotoku). Do względnych przeciwwskazań do radioterapii należą: zły stan ogólny pacjenta oceniony w obiektywnej międzynarodowej skali, choroby układowe tkanki łącznej, istotne ograniczenia fizyczne uniemożliwiające ułożenie pacjenta w pozycji terapeutycznej w trakcie napromieniania, ciąża oraz przebyte napromienianie w danej lokalizacji narządowej. W każdym przypadku kwa-

lifikacja do radioterapii jest rozważana indywidualnie.

Ciąża jest stanem, o którym pacjenci powinni bezwzględnie informować lekarza prowadzącego ze względu na szkodliwość promieniowania dla zarodka i płodu. U wszystkich kobiet w wieku rozrodczym przed rozpoczęciem radioterapii wykonany jest test ciążowy, a w trakcie leczenia zaleca się stosowanie skutecznych metod zapobiegania ciąży. Jeśli pacjentka w ciąży bezwzględnie wymaga radioterapii (nie jest możliwe zastosowanie innych metod leczenia onkologicznego), analizowane jest indywidualne ryzyko popromiennego uszkodzenia płodu, zależne od lokalizacji nowotworu i wieku ciąży. Na tej podstawie konsylium lekarzy onkologów radioterapeutów w porozumieniu z pacjentką podejmuje decyzję o leczeniu promieniami. W każdym jednak przypadku ciąży dąży się do odroczenia radioterapii do czasu urodzenia dziecka.

Ryc. 9A. Radioterapia u dzieci, dzieci zakwalifikowane do radioterapii zapoznają się z aparaturą do napromieniania.



Radioterapia dzieci

Wśród nowotworów diagnozowanych u dzieci najczęstsze są: białaczki, nowotwory ośrodkowego układu nerwowego, chłoniaki, nowotwory zarodkowe oraz mięsaki kości i tkanek miękkich. Postępowanie onkologiczne u dzieci określają międzynarodowe protokoły terapeutyczne. Na ich podstawie konsylium interdyscyplinarne podejmuje decyzję o najskuteczniejszym leczeniu u indywidualnego pacjenta. Radioterapia może być elementem leczenia w każdym z wymienionych nowotworów, w najmniejszym stopniu w przypadku białaczek, w największym - w przypadku

guzów litych. Techniki napromieniania dzieci nie różnią się od tych stosowanych u pacjentów dorosłych. Dzieci, zwłaszcza małe, wymagają jednak dłuższego czasu adaptacji do warunków zakładu radioterapii, w tym oswojenia z aparaturą. Z reguły jednak nawet kilkuletni pacjenci doskonale współpracują z doświadczonym zespołem terapeutycznym. W rzadkich przypadkach, gdy niemożliwa jest współpraca z dzieckiem, radioterapia odbywa się z udziałem anestezjologa, który usypia pacjenta na czas każdej frakcji napromieniania (Ryc. 9).



Ryc. 9B. Radioterapia u dzieci, dziecko w trakcie radioterapii obszaru jamy brzusznej.



Ryc. 9C. Radioterapia u dzieci, miś „edukacyjny” pod aparatem



Ryc. 9D. Radioterapia u dzieci, miś „edukacyjny” w sterowni aparatu



Przebieg radioterapii

Planowanie leczenia

Pierwsza wizyta pacjenta w zakładzie radioterapii przeznaczona jest na spotkanie z lekarzem specjalistą radioterapii onkologicznej, pielęgniarką oraz na czynności konieczne do zaplanowania leczenia. Pielęgniarka przeprowadza wstępny wywiad z pacjentem, mierzy jego podstawowe parametry życiowe oraz informuje o zaleceniach dietetycznych i higienicznych w trakcie radioterapii. Lekarz prowadzący przeprowadza z pacjentem wywiad i badanie lekarskie. Informuje o korzyściach i potencjalnych działaniach niepożądanych leczenia promieniami. Po uzyskaniu pisemnej zgody na leczenie, kieruje pacjenta do pracowni tomografii komputerowej w celu wykonania CT do planowania. W trakcie pacjent układany jest w pozycji, która będzie odwzorowana podczas każdej frakcji napromieniania. W tym celu wykorzystuje się różne, zależne od lokalizacji nowotworu, stabilizatory pozycji pacjenta, takie jak podstawki pod kończyny czy indywidualne maski termoplastyczne unieruchamiające głowę (Ryc. 10). Po wy-

konaniu TK na skórze pacjenta zaznacza się punkty lokalizacyjne, które pozwalają odtworzyć jego pozycję na aparacie terapeutycznym. W przypadku napromieniania narządów miednicy (np. gruczoł krokowy, odbytnica, narząd rodny) lekarz może zalecić pacjentowi wypicie przed tomografią (a następnie przed każdą frakcją radioterapii) określonej ilości niegazowanej wody w celu wypełnienia pęcherza moczowego, by w ten sposób dodatkowo chronić go przed napromienieniem, jeśli nie jest ono elementem leczenia. W określonych przypadkach raka gruczołu krokowego lekarz może zdecydować o skierowaniu pacjenta na wszczepienie do stercza złotych znaczników, których obecność ułatwia w trakcie radioterapii precyzyjną lokalizację obszaru wyznaczonego do napromieniania. W tej sytuacji CT do planowania leczenia odbywa się około 2 tygodnie po zabiegu implantacji znaczników.

Po wykonaniu czynności wymaganych do planowania radioterapii pacjent wraca do domu. Kolejne etapy przygotowania leczenia odbywają się bez jego udziału.

Napromienianie

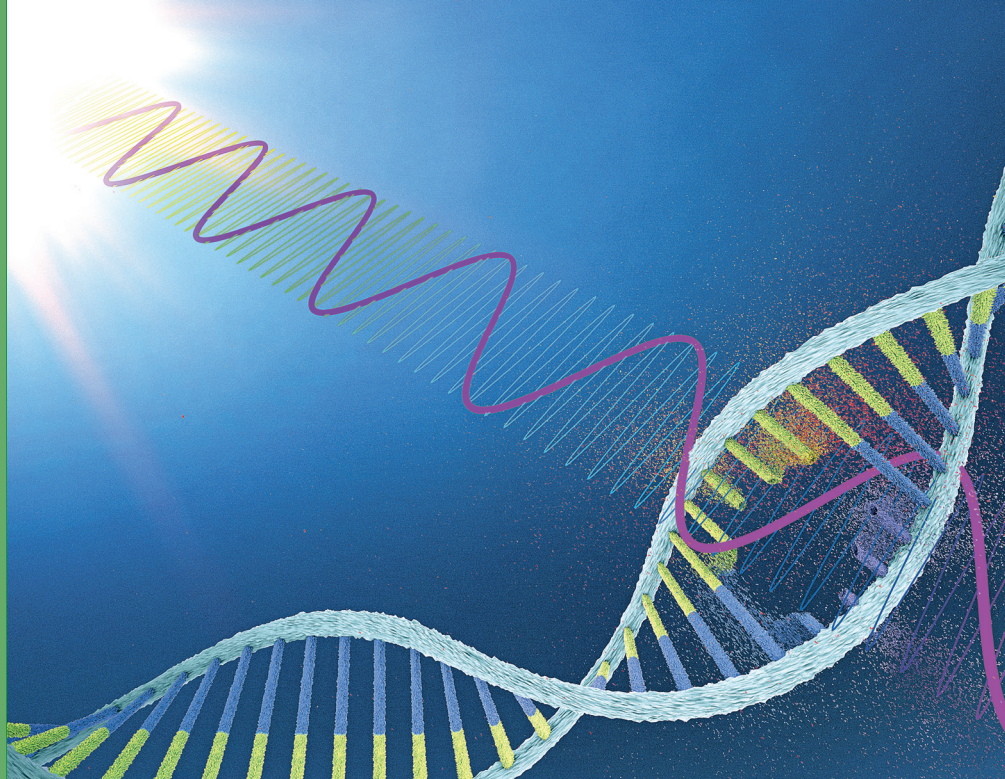
W trakcie radioterapii pacjent leży w pomieszczeniu z aparatem terapeutycznym na specjalnym stole w pozycji, jaką ustalono w trakcie planowania leczenia. Jest ona odtwarzana przed każdą frakcją radioterapii przez zespół techników elektroradiologii i monitorowana przez cały czas trwania napromieniania. System audiowizualny pomieszczeń terapeutycznych pozwala na komunikację pomiędzy pacjentem a zespołem elektroradiologów. Zadaniem pacjenta podczas kilku - kilku-

nastominutowego napromieniania jest pozostawanie bez ruchu w ustalonej pozycji przy zachowaniu naturalnego toru oddychania. Po zakończeniu napromienienia pacjent może wrócić do domu.

W okresie prowadzenia radioterapii co najmniej jeden raz w tygodniu pacjent zgłasza się do lekarza prowadzącego oraz pielęgniarki na wizytę kontrolną. Ocenie podlegają wówczas: jego stan ogólny, tolerancja narządów zdrowych na prowadzone leczenie, podstawowe parametry życiowe (ciśnienie tętnicze, tętno), a także masa ciała.



Ryc. 10. Indywidualna maska termoplastyczna pacjenta napromienianego z powodu raka gardła.



Reakcja organizmu na napromienianie - potencjalne działania niepożądane

Wrażliwość tkanek organizmu na napromienianie jest uwarunkowana genetycznie. Dodatkowo może ją modyfikować współistnienie u pacjenta innych chorób oraz wcześniej przebyte lub aktualnie prowadzone leczenie (chemioterapia, immunoterapia). Stąd, każdy pacjent reaguje na napromienianie w indywidualny, niepowtarzalny sposób. Co więcej, ten sam pacjent może inaczej reagować na radioterapię tej samej okolicy przy pierwszej i powtórnej, zastosowanej po miesiącach czy latach, radioterapii. Odpowiedź zdrowych tkanek otaczających nowotwór na promieniowanie

nazywana jest odczynem popromiennym i podlega ocenie w oparciu o międzynarodowe skale, zarówno w trakcie leczenia, jak i po jego zakończeniu, podczas wizyt kontrolnych. Przed leczeniem lekarz prowadzący informuje pacjenta o potencjalnym ryzyku powikłań oraz indywidualnych dla pacjenta zaleceniach, pozwalających opóźnić wystąpienie i zmniejszyć nasilenie odczynów. W przypadku ich pojawienia się zaleca postępowanie, w tym leczenie farmakologiczne, które łagodzi lub eliminuje dolegliwości związane z popromienną reakcją zdrowych tkanek.

W zależności od czasu wystąpienia odczynu popromienne dzieli się na wczesne i późne. **Odczynny wczesny** występuje w trakcie leczenia promieniami i do 6 miesięcy po jego zakończeniu. Z reguły ustępuje po kilku tygodniach od zakończenia radioterapii. **Odczynny późny** występuje od kilku (> 6) miesięcy do kilkudziesięciu lat po radioterapii. Ze względu na różny mechanizm powstawania wymienionych typów reakcji, nasilenie i czas utrzymywania się odczynów wczesnych nie prognozuje ani ryzyka, ani nasilenia odczynów późnych. Późne reakcje popromienne ze strony zdrowych tkanek mogą mieć charakter trwały, a nawet nasilać się z upływem czasu. Decyzja o podjęciu radykalnego leczenia promieniami uwzględnia zawsze ocenę wynikających z niego korzyści (szansa na wyleczenie) i ryzyka (przewidywane powikłania popromienne). Należy podkreślić, że w przypadku każdego pacjenta lekarz onkolog radioterapeuta i fizyk medyczny zachowują restrykcyjne zasady planowania radioterapii, które nakazują ogra-

niczenie w tkankach i narządach zdrowych dawek promieniowania do poziomu przez nie tolerowanego. Nie oznacza to jednak całkowitego wyeliminowania ryzyka powstania odczynów. Międzynarodowe rekomendacje dotyczące tak zwanych „dawek tolerancji” dla poszczególnych narządów nie uwzględniają indywidualnej wrażliwości na promieniowanie ani dodatkowych, zależnych od pacjenta (choroby towarzyszące, przebyte lub prowadzone leczenie), czynników modyfikujących tę wrażliwość. Współczesna medycyna nie dysponuje, niestety, szybkimi, przydatnymi do rutynowego stosowania przed radioterapią, testami, oceniającymi indywidualną promieniowrażliwość pacjenta - dokładnie tak samo jak niemożliwe jest oszacowanie indywidualnej wrażliwości na jakikolwiek lek przed jego pierwszym zastosowaniem. Jednak niezwykle rzadko zdarza się, że reakcja popromienna tkanek zdrowych istotnie różni się od przewidywanego na podstawie dostępnych danych prawdopodobieństwa. Nadmiernie nasilony odczyn



popromienny bywa powodem wprowadzenia nieplanowanych przerw w radioterapii, a w skrajnych przypadkach przedwczesnego jej zakończenia.

Wczesne odczyny popromienne mają charakter przemijających reakcji zapalnych i najczęściej są obserwowane przez pacjentów jako zaczerwienienie skóry w polu napromienianym. W zależności od napromienianej lokalizacji ostre odczyny popromienne mogą także dotyczyć: tkanki mózgowej i narządów zmysłów (ból głowy, nudności, wymioty, utrata smaku, pogorszenie słuchu, wzroku, węchu), błon śluzowych jamy ustnej i gardła (obrzęk, ból), ślinianek (suchość w jamie ustnej), krtani (chrypka), przełyku (ból, trudności z połykaniem) i dalszych odcinków przewodu pokarmowego (luźne stolce lub zaparcia, ból brzucha, nudności, wymioty), płuc (kaszel, duszność), pęcherza moczowego i cewki moczowej (częstomocz, ból przy oddawaniu moczu).

Późne odczyny popromienne mają zwykle charakter postępującego włóknienia tkanek, któremu może towarzyszyć

utrata elastyczności (np. zwężenie przewodu pokarmowego, zmniejszenie pojemności pęcherza moczowego) i ścieńczenie, a w skrajnych przypadkach tworzenie się ubytków w tkankach (np. perforacja jelita, przetoki pomiędzy sąsiadującymi narządami). Późne zmiany popromienne w węzłach chłonnych mogą prowadzić do upośledzenia ich funkcji i powstawania obrzęków limfatycznych. Powikłania kardiologiczne obejmują szerokie spektrum objawów, wśród których najczęstszymi i najpoważniejszymi są zmiany niedokrwienne w sercu. Po radioterapii ośrodkowego układu nerwowego mogą wystąpić zaburzenia funkcji intelektualnych, hormonalnych, zaburzenia funkcji zmysłów, niedowłady. Poważnym, jednak niezwykle rzadkim (< 1%) późnym powikłaniem radioterapii jest powstawanie wtórnych popromiennych nowotworów. Z reguły występują one w obszarze napromienionym i nie pojawiają się wcześniej niż 10 lat od zakończenia radioterapii. Szczególnie narażeni na to powikłanie są pacjenci leczeni promieniami w wieku dziecięcym lub młodzieńczym.



Reakcja nowotworu na napromienianie

Liczne badania kliniczne doprowadziły do ustalenia dla poszczególnych nowotworów i różnych stopni ich zaawansowania odpowiednich schematów postępowania, w tym odpowiednich dawek promieniowania, oferujących najwyższe prawdopodobieństwo wyleczenia. Ustalone na tej podstawie i stale aktualizowane międzynarodowe rekomendacje są podstawą do podejmowania decyzji o leczeniu. Należy przy tym pamiętać, że, podobnie jak tkanki zdrowe, tak samo guz nowotworowy reaguje na radioterapię u każdego pacjenta inaczej. Skuteczność leczenia zależy nie tylko od stopnia zaawansowania (rozległości) choroby nowotworowej, ale także od indywidualnej, genetycznie uwarunkowanej wrażliwości nowotworu na promieniowanie.

Z reguły pierwsze kontrolne badanie obrazowe oceniające skuteczność radio-

terapii wykonuje się po 1-3 miesiącach od jej zakończenia. Wynika to z faktu, że promieniowanie, oddziałując na materiał genetyczny komórki nowotworowej, nie wywołuje natychmiastowego efektu jej znikania. Efekt ten zależy ostatecznie od dalszych skomplikowanych mechanizmów ustrojowych, uruchamianych w następstwie śmiertelnego popromiennego uszkodzenia komórek nowotworu i pozbawienia ich zdolności do rozmnażania się. Nieprawidłowe jest zatem, dość często spotykane wśród pacjentów, traktowanie radioterapii jako metody, która „spala” czy „wypala” tkanki.

Po zakończeniu radioterapii pacjent podlega systematycznym kontrolom w poradni radioterapii. Z reguły odbywają się one co 3 miesiące w ciągu pierwszych 2 lat od napromieniania, co 6 miesięcy w ciągu kolejnych 3 lat i co rok w dalszym okresie.

Wskazówki dla napromienianych pacjentów

Przestrzeganie zasad zdrowego stylu życia nie tylko wpływa na ryzyko zachorowania na nowotwór, ale także na przebieg leczenia choroby nowotworowej, w tym jego skuteczność i bezpieczeństwo. Pacjent uczestniczy w podejmowaniu decyzji o terapii i wraz z lekarzem podejmuje odpowiedzialność za cały jej proces. Powodzenie leczenia i zapobieganie nawrotom choroby nowotworowej zależą w dużej mierze od przestrzegania przez napromienianych pacjentów następujących zasad:

- stosowania się do indywidualnych zaleceń lekarskich i pielęgnarskich, w tym dotyczących harmonogramu wizyt kontrolnych, higieny, diety i leków,
- informowania lekarza prowadzącego o wszystkich przyjmowanych lekach, substytutach diety, a także metodach leczenia niekonwencjonalnego, w tym stosowanych preparatach czy dietach,
- wykluczenia spożywania alkoholu,
- wykluczenia palenia papierosów,
- wykluczenia ekspozowania napromienianego obszaru na słońce,
- prowadzenia oszczędzającego trybu życia,
- zgłaszania lekarzowi prowadzącemu w trakcie radioterapii wszelkich niepokojących objawów.
- W zależności od napromienianej okolicy lekarz prowadzący/pielęgniarka mogą zalecić:
 - W zakresie pielęgnacji skóry w obszarze napromienianym: używanie luźnej odzieży z naturalnych tkanin i łagodnych środków myjących o neutralnym pH, unikanie golenia
 - W zakresie higieny jamy ustnej podczas radioterapii regionu głowy i szyi: wyleczenie zębów przed rozpoczęciem radioterapii (!), szczotkowanie zębów bardzo miękką szczoteczką, unikanie płynów do płukania jamy ustnej z zawartością alkoholu, dokładne czyszczenie ruchomych protez po każdym posiłku, rezygnacja z protez między posiłkami
 - W zakresie diety podczas radioterapii regionu głowy i szyi, przełyku, jamy brzusznej i miednicy: unikanie pokarmów pikantnych, kwaśnych, gorących, twardych, wzdymających, surowych warzyw i owoców, napojów gazowanych, wypijanie około 2 litrów płynów na dobę, zapewnienie odpowiedniej podaży kalorii i białka w diecie.
 - W przypadku wątpliwości co do stosowania określonych zasad w trakcie radioterapii i po jej zakończeniu, pacjent powinien wyjaśnić je u lekarza prowadzącego. W większości przypadków w czasie kilku tygodni po zakończeniu leczenia radykalnego możliwy jest powrót do normalnego funkcjonowania. Stanowi to, poza wyleczeniem z choroby nowotworowej, podstawowy cel współczesnej radioterapii.



Stowarzyszenie Walki z Rakiem Płuca

Osoby chore na nowotwór płuca otacza swoją opieką Stowarzyszenie Walki z Rakiem Płuca. Stowarzyszenie powstało w 1994 roku w Gdańsku. Jego założycielem jest profesor Jan Skokowski. Szczeciński Oddział Stowarzyszenia powstał w roku 2008 r. z inicjatywy Anny Żyłowskiej –pacjentka od lat zmagająca się z chorobą.

Misją Stowarzyszenia jest przede wszystkim poprawa sytuacji pacjentów chorych na raka płuca. Stowarzyszenie chce zwrócić uwagę społeczeństwa na zagrożenia wpływające na zwiększoną zachorowalność na nowotwór płuca oraz zjednoczyć pacjentów, opiekunów, specjalistów w dziedzinie ochrony zdrowia, polityków i przedstawicieli ochrony zdrowia w walce z tą chorobą.

Udzielamy praktycznego i emocjonalnego wsparcia pacjentom i ich bliskim, promujemy profilaktykę raka płuca i zdrowy tryb życia, prowadzimy akcje edukacyjne, wydajemy broszury dla pacjentów, szerzymy wiedzę na temat nowoczesnych terapii i prowadzimy działania mające na celu poprawienie dostępu do nich.

Zapraszamy chorych, rodziny i osoby wspierające do kontaktu z nami. Zawsze służymy rada i pomocą.

Dane teleadresowe:

Stowarzyszenie Walki z Rakiem Płuca Oddział Szczecin

Al. Jana Pawła II 42 71-415 Szczecin

Tel. 91 813 62 88

www.szczecin.rakpluca.pl, szczecin@rakpluca.org.pl, poczta@rakpluca.szczecin.pl



Stowarzyszenie Walki z Rakiem Płuca oddział Szczecin
(<https://www.facebook.com/swzrp.szczecin/>)

nr KRS 0000663608 i nr konta 59 1140 2004 0000 3102 7674 2192

Szczególne podziękowania dla:

Dr n. med. Agnieszki Żyromskiej
za zaangażowanie i pomoc w opracowaniu broszury



Pfizer POLSKA
darczyńcy wydania



Astra Zeneca POLSKA
darczyńcy wydania



Marcina Sieradzana (Red Griffin)
za opracowanie projektu graficznego oraz składu komputerowego broszury
www.facebook.com/redgriffin001



wydawca:

Stowarzyszenie Walki z Rakiem Płuca Oddział Szczecin

www.rakpluca.szczecin.pl

www.facebook.com, Stowarzyszenie Walki z Rakiem Płuca

70-415 Szczecin, Al. Jana Pawła II 42, tel. 91 813 62 88