



Metody brachyterapii stosowane w leczeniu chorób nowotworowych

Anna Gumowska

Opracowanie zaliczeniowe z przedmiotu:

"Metody i Technologie Jądrowe"

Prowadzący: prof. dr hab. Jan Pluta

rok akademicki 2013/2014

Spis treści:

1. Radioterapia

1.1. Ogólne wiadomości o radioterapii

1.2. Podział radioterapii

2. Brachyterapia

2.1. Opis metody

2.1.1. Wskazania do brachyterapii

2.1.2. Zastosowanie brachyterapii

2.1.3. Miejsce i rola brachyterapii w terapii nowotworowej

2.2. Izotopy stosowane w brachyterapii

2.3. Podział brachyterapii

2.3.1. Podział brachyterapii ze względu na sposób umieszczenia izotopu

2.3.2. Podział brachyterapii ze względu na czas pozostawania źródeł w obrębie tkanek

2.3.3. Podział brachyterapii ze względu na aktywność źródła (moc dawki)

2.4. Etapy leczenia w brachyterapii

2.5. Rodzaje brachyterapii ze względu na leczony organ

2.6. Bezpieczeństwo radiologiczne po brachyterapii

2.7. Aplikatory stosowane w brachyterapii

2.8. Skuteczność brachyterapii

2.9. Główne ośrodki brachyterapii w Polsce

3. Podsumowanie

Radioterapia

Radioterapia jest jedną z podstawowych metod diagnozowania i leczenia chorób nowotworowych wykorzystującą promieniowanie jonizujące.

Wysoka energia promieniowania powoduje jonizację atomu w tkance, wywołaną wybiciem elektronu z powłoki atomowej w wyniku absorpcji kwantu promieniowania elektromagnetycznego. Szczególnie narażony na jonizację jest materiał genetyczny zgromadzony w jądrze komórki w postaci związku chemicznego zwanego DNA. [7]

Niestety, w skutek napromieniania zniszczone zostaje DNA nie tylko komórek nowotworowych, ale również komórek zdrowych, jednakże potrafią one regenerować się znacznie szybciej niż komórki chore.

[8]



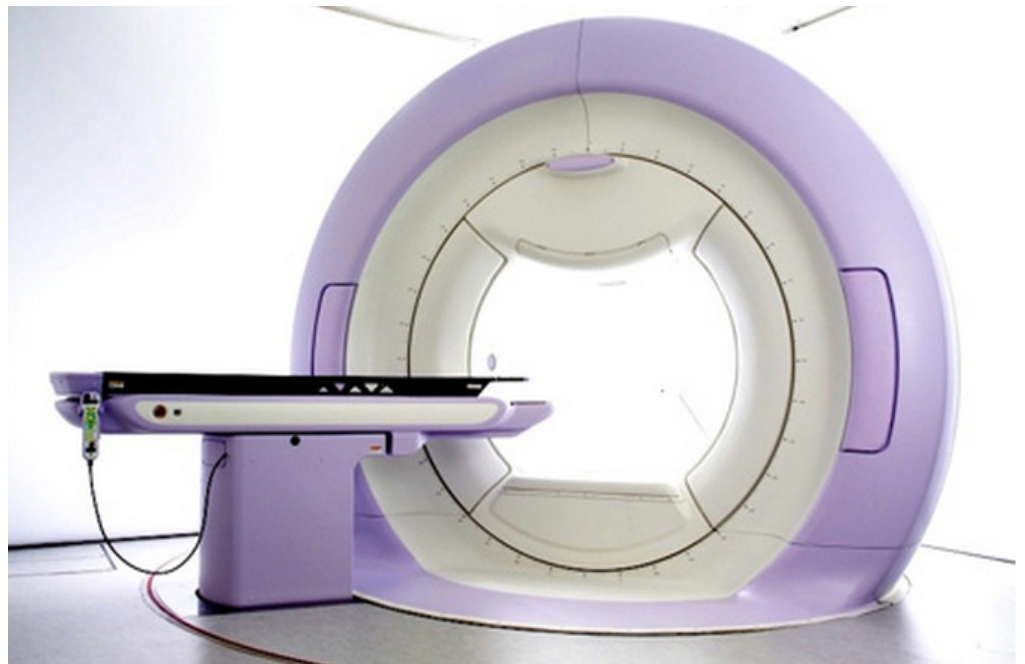
1. Urządzenie do radioterapii

Podział radioterapii

Radioterapia może być stosowana jako samodzielna metoda leczenia chorób nowotworowych lub jako uzupełnienie leczenia chirurgicznego. [9] Dla osób nieuleczalnie chorych radioterapia jest bardzo skutecznym sposobem zmniejszania dolegliwości bólowych.

Ze względu na stan pacjenta i stopień zaawansowania choroby radioterapię można podzielić na trzy kategorie:

- radykalną,*
- paliatywną,*
- objawową.*



2. Urządzenie do radioterapii

Podział radioterapii

***Radioterapia radykalna** polega na napromienianiu guza lub jego okolicy w celu trwałego wyleczenia pacjenta.*

***Radioterapia paliatywna** stosowana jest w przypadku braku możliwości wdrożenia leczenia, ma na celu zmniejszenie dolegliwości spowodowanych chorobą nowotworową.*

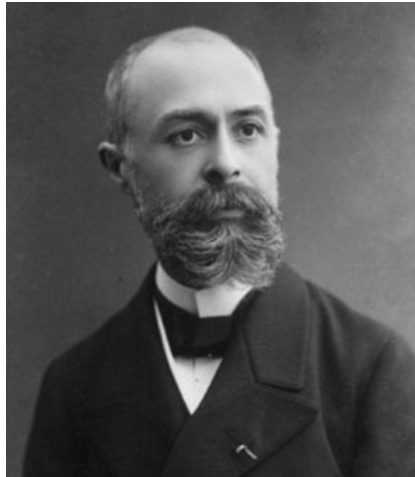
***Radioterapia objawowa** stosowana jest w celu zmniejszenia bólu spowodowanego przerzutami.*

Historia radioterapii

Początki radioterapii sięgają odkryciu promieni X przez Wilhelma C. Rentgena w 1895 roku i zjawiska radioaktywności przez A. H. Becquerela w 1896 roku oraz przełomowemu odkryciu radu przez Marię i Piotra Curie w 1898 roku.



3. Wilhelm C. Roentgen



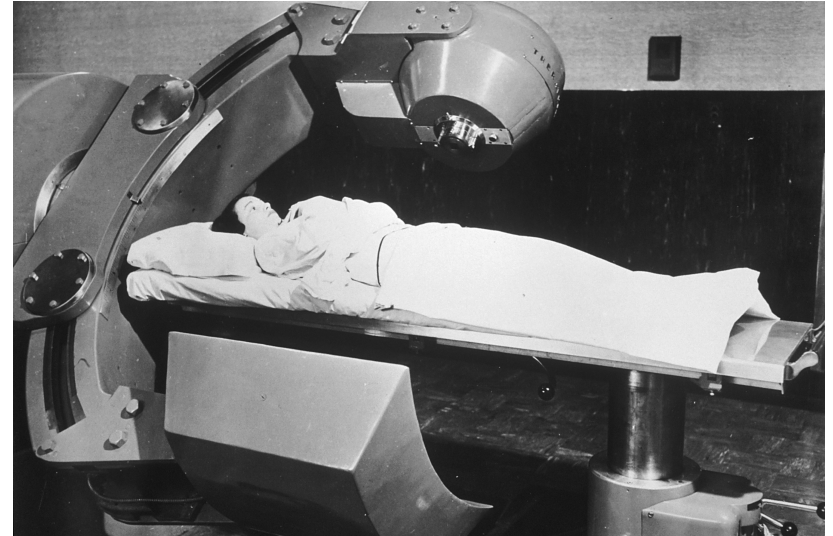
4. A.H. Becquerel



5. Maria i Piotr Curie

Historia radioterapii

Po raz pierwszy promieniowanie rentgenowskie zostało użyte w USA w leczeniu kobiety z rakiem piersi. Kolejne zabiegi z zastosowaniem promieni X miały miejsce w Niemczech, Francji i Austrii. Niepożądane skutki uboczne leczenia zwróciły uwagę lekarzy na negatywne działanie promieniowania.



6. Pacjentka poddawana terapii przy użyciu bomby kobaltowej



7. Pacjenci poddawani terapii radem

Instytut Radowy w Warszawie

Pierwszym w Polsce instytutem leczenia chorób nowotworowych, był założony w 1932 roku, z inicjatywy Marii Skłodowskiej - Curie, Instytut Radowy w Warszawie, obecnie działający jako Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej – Curie.

Początkowo leczono w nim tylko radem, później używano głównie bomb kobaltowych, obecnie jest jednym z ważniejszych ośrodków onkologicznych w Polsce. [15]



8. Instytut Radowy przy ulicy Wawelskiej w Warszawie

Podział radioterapii

BRACHYTERAPIA

Leczenie przy użyciu źródła promieniowania znajdującego się bezpośrednim kontakcie z guzem

TELERADIOTERAPIA

Leczenie z zastosowaniem źródła umieszczonego w pewnej odległości od tkanek

MEDYCYNA

NUKLEARNA

Leczenie przy użyciu izotopów promieniotwórczych

Brachyterapia

Brachyterapia („brachy” - z gr. „z bliska”) jest jedną z metod radioterapii stosowanej w leczeniu chorób nowotworowych. [6]

Wykorzystuje się w niej energię fotonów lub cząstek pochodzącą z rozpadu izotopów promieniotwórczych, które umieszczane są w guzie lub w jego bezpośrednim otoczeniu.



9. *Igły radioaktywnego izotopu jodu.*

Brachyterapia

W brachyterapii źródło promieniotwórcze jest najczęściej umieszczane w tzw. aplikatorze, czyli plastikowej rurce, która wprowadzana jest bezpośrednio w okolicę guza. Implantacja aplikatorów często wymaga współpracy z chirurgiem. Skutkiem umieszczenia izotopu w obrębie guza jest możliwość precyzyjnej koncentracji wysokiej dawki promieniowania w bezpośrednim sąsiedztwie izotopu – zwiększenie dawki, która trafia w zmianę nowotworową, przy jednoczesnym zmniejszeniu narażenia na radiację zdrowych narządów.



10. Operacja założenia aplikatorów do brachyterapii.

Wskazania do brachyterapii

Współczesne wskazania do brachyterapii obejmują leczenie nie tylko nowotworów złośliwych, ale również leczenie innych chorób, takich jak:

- restenozy tętnic obwodowych oraz tętnic wieńcowych*
- leczenie keloidu*
- choroby Rendu – Oslera*
- leczenie chorób gałki ocznej – profilaktyka rozrostu naczyń po transplantacji rogówki, uzupełniająco po usunięciu pterygium (skrzydlika) [5]*

Zastosowanie brachyterapii

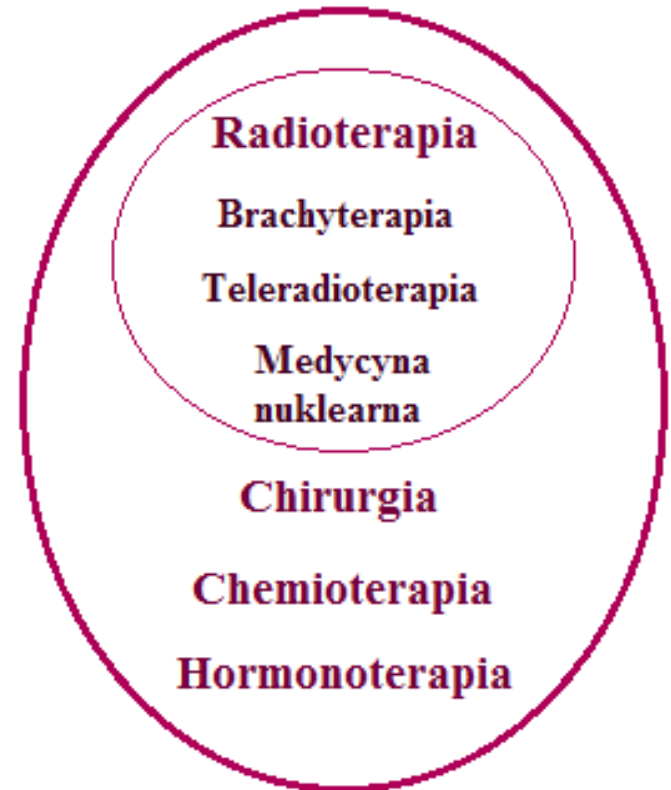
- *samodzielne leczenie radykalne*
- *jako część skojarzonego leczenia radykalnego razem z chirurgią i/lub teleradioterapią*
- *jako samodzielne leczenie paliatywne*
- *jako część skojarzonego leczenia paliatywnego razem z chirurgią i/lub teleradioterapią*
- *jako brachyterapia ratunkowa [5]*

Miejsce i rola brachyterapii w terapii nowotworowej

Brachyterapia jest jedną z metod leczenia w radioterapii zaliczanej do najskuteczniejszych technik terapii nowotworowej (obok chirurgii, chemioterapii i hormonoterapii).

Samodzielna brachyterapia stosowana jest w wielu przypadkach raka gruczołu krokowego (prostaty), raka piersi, raka skóry, raka płuca, raka przetyku oraz w nowotworach głowy i szyi. Czasami, aby zwiększyć szanse chorego na wyleczenie, łączona jest z napromienianiem z zewnątrz. Brachyterapia łączona z chirurgią lub teleradioterapią jest stosowana w leczeniu prawie każdego typu nowotworu.

Metody terapii nowotworowej



Wprowadzenie brachyterapii do leczenia przeciwnowotworowego na początku obecnego stulecia pozwoliło na wypracowanie nowych metod terapii. Niedostatek techniki spowodował, że przez wiele dziesięcioleci brachyterapia stanowiła jedynie margines w leczeniu nowotworów. Dopiero rozwój elektroniki, postępująca miniaturyzacja oraz opracowanie nowych metod uzyskiwania materiałów promieniotwórczych spowodowały jej dynamiczny rozwój. Największy postęp nastąpił w ostatnich dwu dekadach, kiedy to brachyterapia została powszechnie wprowadzona do ośrodków onkologicznych. W Polsce od początku lat 90. obserwowano najpierw powolny, a od połowy tego dziesięciolecia dynamiczny jej rozwój. Obecnie funkcjonuje już kilkanaście ośrodków wyposażonych w nowoczesną aparaturę do brachyterapii. Niestety, w większości z nich jest ona stosowana jedynie w bardzo ograniczonym stopniu, wyłącznie u chorych z nowotworami narządu rodniego. Powoduje to, że brachyterapia nie jest metodą powszechnie znaną i stosowaną na szerszą skalę.

Izotopy stosowane w brachyterapii

Pierwiastek	Izotop	Średnia energia (MeV)	Forma	T_{1/2}	Zastosowanie
Iryd	Ir-192	0,397	druty, igły, ziarna	73,8 dni	czasowe implantacje śródkankowe
Kobalt	Co-60	1,25	igły, tuby, płytki oczne	5,26 lat	czasowe implantacje dojamowe i śródkankowe
Cez	Cs-137	0,662	tuby, igły, ziarna	30,3 lat	czasowe implantacje dojamowe i śródkankowe
Tantal	Ta-182	0,07-1,23	druty, tuby	115 dni	czasowe implantacje
Rad	Ra-226	0,19-2,43	tuby, igły	1626 lat	czasowe implantacje dojamowe i śródkankowe
Itr	Y-90	2,24	ziarna	2,5 dnia	czasowe implantacje dojamowe i śródkankowe
Stront	Sr-89	1,7	roztwór	14,3 dni	brachyterapia śródnaczyniowa
Jod	J-125	1,46	ziarna	50,6 dni	implantacje stałe
Fosfor	P-32	0,35	roztwór, koloid	8 dni	okulistyka
Ruten	Ru-106	0,412	płytki	2,7 dnia	okulistyka
Pallad	Pd-103	0,028	ziarna	59,6 dni	implantacje stałe
Złoto	Au-198	0,02	ziarna, druty	17 dni	implantacje stałe

Podział brachyterapii ze względu na:

*sposób
umieszczenia
izotopu*

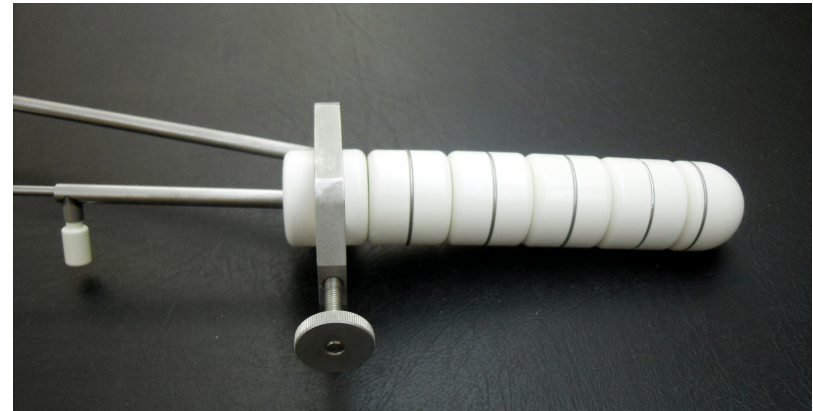
*czas
napromieniowywania*

*aktywność
źródła*

Podział brachyterapii ze względu na sposób umieszczenia izotopu

Śródkankowa - zastosowanie w leczeniu nowotworów jamy ustnej, gardła, wargi, skóry, prącia, cewki moczowej, pęcherza moczowego, gruczołu krokowego, sutka, mózgu, mięsaków.

Śródjamowa - nowotwory szyjki macicy, trzonu macicy, pochwy, oskrzela, tchawicy, przełyku, dróg żółciowych, skóry, mięsaki. Do metody tej zalicza się również podawanie izotopu jodu I^{125} doustnie w niektórych postaciach raka tarczycy, izotopu złota Au^{98} dopęcherzowo w raku pęcherza moczowego.



11. Aplikator śródjamowy używany w leczeniu raka szyjki macicy.

Podział brachyterapii śródjamowej

Wewnątrzprzewodowa (intraluminal) nowotwory przetyku, oskrzela, dróg żółciowych.

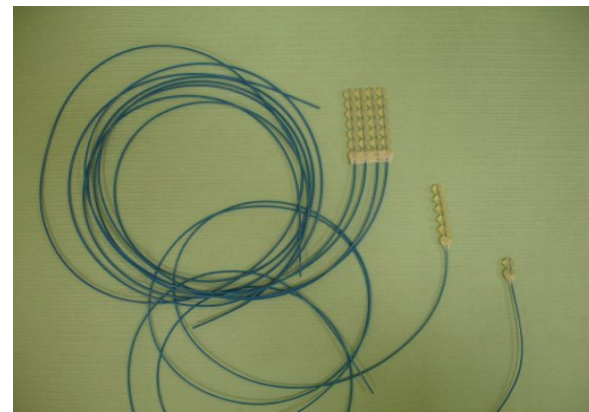
Wewnątrzjamowa (intracavitary) umieszczenie źródła promieniowania w bezpośrednim sąsiedztwie guza przy użyciu naturalnych otworów w ciele (jama ustna, drogi rodne).

Wewnątrznaczyniowa (endovascular) źródła promieniotwórcze umieszczane są w naczyniach krwionośnych.

Powierzchniowa (surface) źródło promieniowania umieszczone na skórze w celu wyleczenia zmian powierzchniowych.



12. Zdjęcie rtg aplikatora wewnątrz oskrzela ze zmianami nowotworowymi.



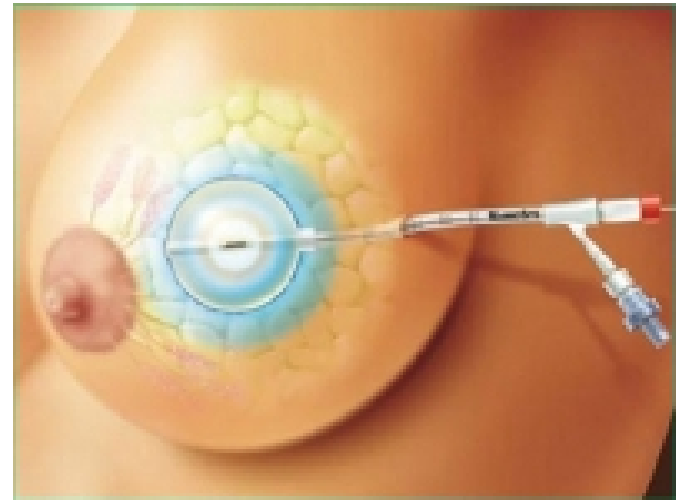
13. Aplikatory do brachyterapii kontaktowej stosowane w leczeniu nowotworów skóry.

Podział brachyterapii ze względu na czas pozostawiania źródeł w obrębie tkanek

Stała (permanentna)

np. izotop złota Au^{98} – leczenie raka pęcherza, jod I^{125} – leczenie raka tarczycy, raka prostaty, guzów mózgu, pallad Pd^{103} , radon Rn^{222}

Czasowa – pozostałe izotopy



14. Plastikowy aplikator założony czasowo w trakcie brachyterapii.

Podział brachyterapii ze względu na aktywność źródła (moc dawki)

LDR

Low Dose Rate

niska dawka

aktywność 1-2 mCi/cm

moc dawki 0,4-2 Gy/h



PDR

Pulsed Dose Rate

dawka pulsująca

aktywność 1 Ci/cm

moc dawki 0,5-1 Gy/h



HDR

High Dose Rate

wysoka dawka

aktywność 10 Ci/cm

moc dawki >12 Gy/h

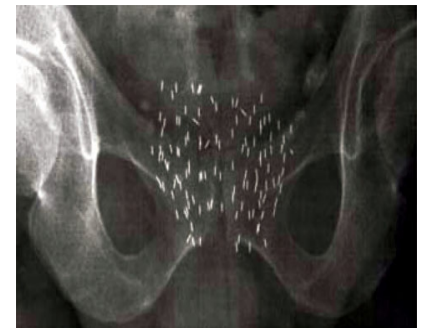


Ultra

LDR

stałe implanty

moc dawki 0,01-0,3 Gy/h

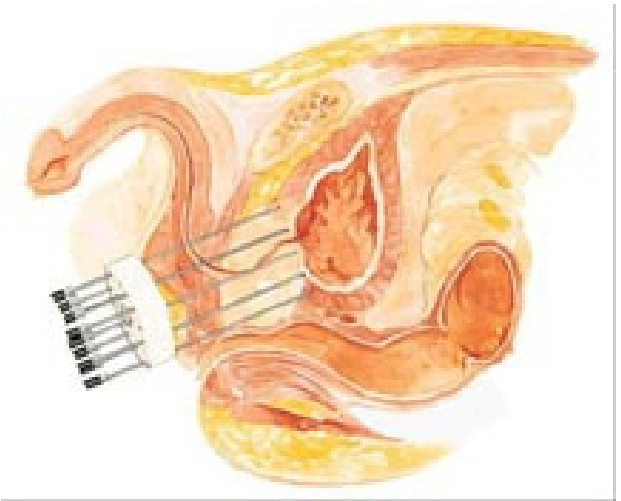


LDR (*Low Dose Rate – niska dawka*)

aktywność źródła: 1-2 mCi/cm, moc dawki: 0,4-2 Gy/h

Zabieg jest długotrwały (najczęściej trwa około doby), lecz użyte są źródła o znacznie niższej aktywności promieniotwórczej. Metoda ta stosowana jest głównie w nowotworach układu rozrodczego.

Daje doskonałe efekty terapeutyczne, ale powoduje znaczny dyskomfort – wymaga od pacjenta pozostania w niemal całkowitym bezruchu przez wiele godzin.



15. *Widok schematyczny aplikatorów umieszczonych w gruczole z płytką mocującą w kroczu.*

PDR (Pulsed Dose Rate –dawka pulsująca)

aktywność źródła: 1 Ci/cm, moc dawki: 0,5-1 Gy/h

Aplikator jest umieszczony w ciele pacjenta przez długi czas, lecz źródło promieniotwórcze jest na zmianę wpuszczane do niego i wyciągane z powrotem (cała procedura jest z góry programowana przez człowieka i realizowana przez komputer). Dawka stosowana w PDR ma wartość pośrednią pomiędzy tą stosowaną w HDR i LDR.



16. *Aplikatory stosowane w brachyterapii raka piersi.*

HDR (*High Dose Rate – wysoka dawka*)

aktywność źródła: 10 Ci/cm, moc dawki: >12 Gy/h

Sesja napromieniowania trwa dość krótko (zazwyczaj kilka minut), lecz używane jest źródło o bardzo wysokiej aktywności promieniowania.

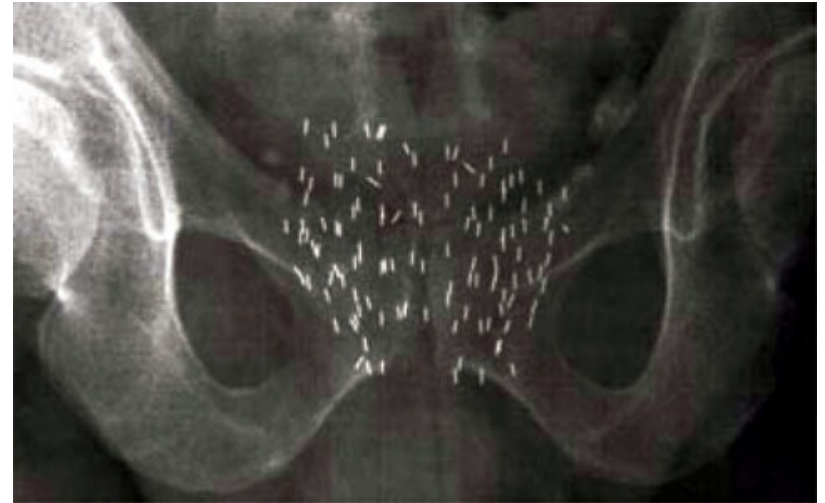


17. Aparat terapeutyczny do brachyterapii.

Ultra LDR – stałe implanty

moc dawki: 0,01-0,3 Gy/h

*Małe ziarna izotopowe umieszczane
są w gruczole krokowym w celu
usunięcia zmiany nowotworowej.*



*18. Obraz rentgenowski implantów
stałych w prostatie na tle kości miednicy.*

Etapy leczenia w brachyterapii

Brachyterapia jest złożoną metodą leczenia składającą się z następujących etapów:

- *APLIKACJA I WIZUALIZACJA POŁOŻENIA APLIKATORÓW*
- *PLANOWANIE LECZENIA*
- *NAPROMIENIANIE*
- *KONTROLA PACJENTA PO ZBIEGU*

Aplikacja i wizualizacja położenia aplikatorów

Aplikacja wykonywana jest najczęściej przy znieczuleniu miejscowym na sali zabiegowej lub w pomieszczeniu, w którym będzie odbywać się napromienianie. Dobrany dla danego pacjenta aplikator (aplikatory) jest zakładany lub wprowadzany bezpośrednio do zmiany nowotworowej lub do najbliższego jej sąsiedztwa. Aplikator nie zawiera żadnych źródeł promieniotwórczych i nie stanowi zagrożenia radiologicznego. [3]

Aplikacja i wizualizacja położenia aplikatorów



*19. Przygotowanie aplikacji ziaren jodu promieniotwórczego
stosowanego w leczeniu raka gruczołu krokowego*

Planowanie leczenia w brachyterapii

Brachyterapia polega na leczeniu miejscowym guza, dlatego bardzo duże znaczenie ma jej precyzyjne planowanie. Konieczna jest dokładna lokalizacja guza, określenie rozległości nacieku oraz objętości tkanek, które będą poddane napromienianiu.

Poza badaniem fizykalnym w trakcie przygotowania do leczenia pomocne są badania obrazowe:

- radiologiczne*
- USG*
- tomografia komputerowa*
- rezonans magnetyczny*

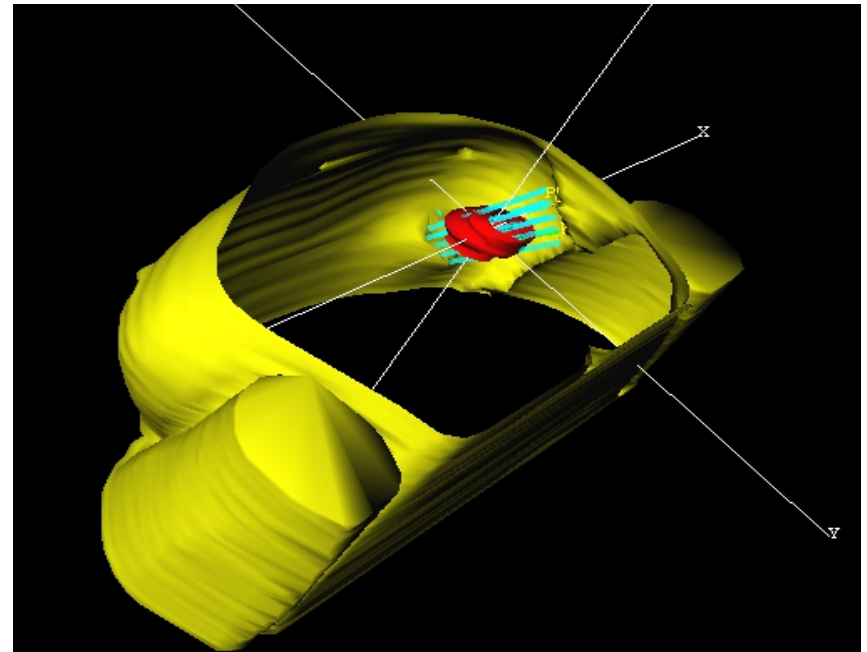
*Poprawność ułożenia aplikatorów przed rozpoczęciem leczenia oraz w trakcie kolejnych frakcji weryfikuje się pod **symulatorem**. Jest to urządzenie z zamontowaną lampą rentgenowską, pozwalające na ustawienie wszystkich niezbędnych elementów aplikacji pod kontrolą monitora. [4]*

Planowanie leczenia w brachyterapii

Planowanie leczenia w brachyterapii wymaga również dobrania rozkładu źródeł terapeutycznych w aplikatorze (aplikatorach) i obliczeniu rozkładu dawek indywidualnie dla każdego pacjenta.

Bardzo ważne jest także określenie dawek, jakie narządy krytyczne (np. pęcherz, odbytnica) otrzymują w trakcie napromieniania. Obliczenia wykonuje fizyk medyczny. [3]

20. *Symulacja 3D. Widoczny obraz pacjenta z zaznaczonym targetem oraz aplikatorami.*



Napromienianie

Po wykonaniu planu leczenia, pacjent przechodzi do pomieszczenia, w którym odbędzie się napromienianie (tzw. bunkra). Sprawdzana jest poprawność ustawienia wszystkich parametrów leczenia oraz poprawność podłączenia aplikatorów do aparatu terapeutycznego. Po wyjściu personelu z pomieszczenia terapeutycznego następuje proces napromieniania.

21. Wnętrze jednego z bunkrów w Centrum Onkologii w Warszawie.

Widoczne od lewej: aparat do hipertermii, microselectron HDR



Napromienianie

Aparat terapeutyczny automatycznie wprowadza źródła do aplikatorów. W zależności od zastosowanej techniki leczenie trwa od kilku minut do kilkunastu godzin. W trakcie napromieniania pacjent jest obserwowany na monitorze umieszczonym w pomieszczeniu sterowni. Po zakończeniu seansu pacjent opuszcza pomieszczenie terapeutyczne. [3]

22. Aparat do brachyterapii



Kontrola pacjenta po zabiegu

Po zakończeniu całości leczenia pacjent powinien zgłaszać się do lekarza prowadzącego w zalecanych odstępach czasu celem zbadania jego aktualnego stanu zdrowia. Przez pierwszy rok po zakończeniu leczenia wizyty kontrolne odbywają zwykle co 3 miesiące. W kolejnych latach terminy wizyt kontrolnych wyznacza lekarz. [3]

Rodzaje brachyterapii ze względu na leczony organ:

- *brachyterapia raka skóry*
- *brachyterapia raka piersi*
- *brachyterapia raka płuc*
- *brachyterapia raka przełyku*
- *brachyterapia raka głowy i szyi*

Brachyterapia raka skóry

Brachyterapia jest często stosowana w leczeniu nowotworów skóry, gdy zmiany chorobowe nie mogą być usunięte chirurgicznie bez poważnych defektów kosmetycznych i konieczności zabiegów rekonstrukcyjnych.

Skuteczność: *w większości przypadków leczenie chirurgiczne lub radioterapia zapewniają znakomite i porównywalne wyniki leczenia.*

O doborze metody powinny decydować lepszy potencjał terapeutyczny oraz akceptowalny efekt kosmetyczny i zachowanie funkcji leczonej okolicy anatomicznej. [10]

Istotnymi czynnikami mającymi znaczenie w procesie decyzyjnym są:

- lokalizacja zmiany*
- zajęcie przyległych tkanek*
- głębokość nacieku*
- stopień zaawansowania i złośliwości guza*
- uprzednio wdrożone leczenie*
- stan ogólny pacjenta.*



23. Aplikatory do brachyterapii skóry.

Brachyterapia HDR raka skóry – zalety

Brachyterapia HDR umożliwia lekarzowi bezpieczne stosowanie przepisanych dawek promieniowania dokładnie w okolicy guza.

Zalety brachyterapii HDR:

- terapia przeprowadzana w trybie ambulatoryjnym – brak konieczności długiego pobytu w szpitalu*
- większy komfort dla pacjenta w trakcie i po leczeniu*
- jedna frakcja leczenia trwa zaledwie kilka minut*
- brak skutków ubocznych leczenia takich jak nudności, utrata owłosienia lub biegunka*
- minimalny czas zdrowienia*
- po każdej dawce leczenia pacjent może bezpiecznie wrócić do domu oraz do normalnej codziennej aktywności. [10]*

Brachyterapia skóry – przebieg zabiegu

- leczenie przeprowadzane jest bez podawania środków znieczulających*
- podczas każdej dawki promieniowania leczona okolica jest oczyszczana, a do niej zostaje przymocowany aplikator*
- przejście do bunkra zakładu brachyterapii*
- aplikator zostaje podłączony do aparatu HDR, w celu umożliwienia dostarczenia źródła promieniotwórczego w leczoną okolice [10]*



[22] Rak podstawnokomórkowy skóry

Brachyterapia skóry – przebieg zabiegu

- *leczenie rozpoczyna się w momencie, gdy aparat HDR wsuwa źródło promieniowania do aplikatora*
- *zabieg trwa około kilku minut i nie należy się w tym czasie poruszać*
- *po zakończeniu napromieniania źródło promieniotwórcze automatycznie cofa się do bezpiecznego kontenera przechowującego je wewnątrz aparatu HDR*
- *okolica napromieniana (guz z wąskim marginesem wokół) wymaga zachowania higieny i regularnej zmiany opatrunku ściśle według zaleceń lekarza. [10]*

Brachyterapia skóry – skutki uboczne

*Prawie zawsze pod koniec leczenia występuje **odczyn popromienny** o różnym stopniu nasilenia, od zaczerwienienia niewielkiego skrawka zdrowej skóry wokół leczonego nowotworu do złuszczenia się naskórka.*

Efektom brachyterapii jest obumieranie komórek guza, stąd zawsze może wystąpić martwica guza z jego odpadnięciem. W tym miejscu utworzy się owrzodzenie, które zabliznia się w ciągu kilku tygodni. Obserwuje się niekiedy sączenie treści surowiczej, swędzenie, rzadko ból. [10]

Brachyterapia raka piersi

Obecnie stosowane metody brachyterapii raka piersi:

- brachyterapia HDR (z użyciem izotopów promieniotwórczych o wysokiej mocy dawki promieniowania) oparta na czasowej, kilkuminutowej aplikacji izotopu promieniotwórczego wewnątrz piersi*
- brachyterapia PDR (pulsacyjna, promieniowanie podawane w postaci impulsów) różni się od pierwszej jedynie czasem leczenia – trwa kilka godzin*
- śródoperacyjne założenie aplikatorów do tej części piersi, gdzie znajdował się guz i podanie od 7 do 8 frakcji napromieniania HDR bez zastosowania teleradioterapii w czasie 4-5 dni*
- brachyterapia z użyciem implantów stałych, polegająca na jednorazowym wszczepieniu ziaren radioaktywnych w obrębie guza na stałe (technika w fazie badań klinicznych) [11]*

Brachyterapia raka piersi



[23] Widok założonych aplikatorów w piersi.

Brachyterapia raka piersi - zalety

- izotopy promieniotwórcze umiejscawiane są wewnątrz miejsca po usuniętym guzie oraz w piersi z dużą dokładnością*
- niewielkie dawki promieniowania docierają do organów przyległych, tj. płuc oraz serca i skóry, co zmniejsza ryzyko powikłań*
- w przypadku HDR konieczne są jednodniowe lub tygodniowe (samodzielna brachyterapia, PBI) pobyty w szpitalu*
- podobnie przy zastosowaniu brachyterapii PDR, możliwy jest szybki powrót do normalnej aktywności życiowej (z reguły w ciągu 2-3 dni po zakończeniu leczenia)*
- technika ta zapewnia większy komfort pacjenta w trakcie i po zabiegu*
- uzyskiwany jest lepszy efekt kosmetyczny (wygląd piersi) ze względu na mniejszą dawkę promieniowania podaną na skórę [11]*

Brachyterapia raka piersi - wady

- *wymaga zastosowania jednorazowego zabiegu z użyciem środków znieczulających, narkozy*
- *wymaga wysokich kwalifikacji personelu [11]*

Brachyterapia raka piersi - zastosowanie

Leczenie radykalne – mające na celu całkowite wyleczenie

- *brachyterapia jako leczenie dodatkowe („boost”) – leczenie uzupełniające po teleradioterapii, po leczeniu oszczędzającym z zachowaniem piersi – pacjentka otrzymuje jedną frakcję HDR lub PDR w ciągu jednego dnia*

jako samodzielne leczenie uzupełniające po oszczędzającym zabiegu chirurgicznym (Partial Breast Irradiation (PBI) – od 4 do 5 dni leczenia

Leczenie paliatywne – mające na celu zmniejszenie bólu, gdy nie ma możliwości wyleczenia

- *leczenie wznowy miejscowej po mastektomii oraz teleradioterapii, w połączeniu (lub bez) z zabiegiem chirurgicznym – czas leczenia uzależniony od sytuacji klinicznej [11]*

Brachyterapia raka piersi – przebieg zabiegu

- ze względu konieczność unieruchomienia pacjentki, zabieg przeprowadzany jest w warunkach sali operacyjnej w krótkim (10 – 20 minut) znieczuleniu ogólnym*
- po ułożeniu chorej w pozycji na plecach, skóra piersi przemywana jest środkiem dezynfekującym*
- dokonywana jest identyfikacji łoża guza, którą ma zostać leczona, za pomocą aparatu rtg lub USG*
- na skórze piersi umieszczana jest płytką stabilizującą, w celu unieruchomienia i prawidłowej oraz precyzyjnej implantacji aplikatorów*
- pod kontrolą USG (lub RTG) następuje implantacja aplikatorów poprzez skórę do wnętrza piersi*
- kiedy aplikatory zostaną umieszczone w odpowiednim miejscu, wykonuje się serię skanów przy pomocy tomografii komputerowej i lekarz we współpracy z fizykiem, ustala zindywidualizowany plan leczenia*
- aplikatory podłącza się do aparatu HDR lub PDR, który przesyła do nich źródło promieniotwórcze [11]*

Brachyterapia raka piersi – skutki uboczne

Do najczęstszych powikłań brachyterapii śródtkankowej w raku piersi należą:

- krwawienie i stan zapalny skóry w miejscach wkłuć*
- obrzęk piersi*
- złuszczenie skóry na sucho lub na wilgotno*

Objawy te zwykle szybko ustępują, jedynie obrzęk piersi może się utrzymywać przez kilka miesięcy od zakończenia leczenia. Poważne powikłania wczesne (ropień piersi) i późne (zwłóknienie tkanki podskórnej deformujące pierś, martwica tkanki tłuszczowej, skóry) należą do rzadkości. [11]

Brachyterapia raka płuc

Brachyterapia HDR jest sprawdzoną i bezpieczną metodą leczenia raka płuca z dużą precyzją, w mniej obciążający dla chorych sposób.

Umożliwia podanie wyższej niż standardowa dawki na guz zamykający światło oskrzela, chroniąc zarazem zdrowe tkanki otaczające guz płuca.

Brachyterapia HDR może być zastosowana jako kuracja samodzielna lub jako metoda uzupełniająca teleradioterapię konformalną. [12]



24. Zakładanie aplikatora do brachyterapii raka płuc.

Brachyterapia raka płuc – zalety i wady

Zalety:

- izotopy promieniotwórcze umiejscawiane są wewnątrz raka z dużą dokładnością*
- do organów przyległych, znajdujących się w śródpiersiu, docierają niewielkie dawki promieniowania*
- leczenie najczęściej może być przeprowadzane bez konieczności hospitalizacji*

Wady:

- jest źle znoszona, przez niektórych pacjentów, ze względu na obecność ciała obcego w oskrzeli, drażnienie i wydzielanie dużej ilości śliny*
- czasami konieczna jest hospitalizacja ze względu na ryzyko krwawienia. [12]*

Brachyterapia raka płuc – przebieg zabiegu

- pacjent zgłasza się na czczo*
- zabieg założenia aplikatora do brachyterapii nie wymaga znieczulenia ogólnego*
- bronchoskop wsuwany jest przez nos (rzadziej przez jamę ustną) do płuc, a następnie przez jego kanał roboczy wprowadza się aplikator oskrzelowy i umieszcza w okolicy guza nowotworowego*
- na podstawie zdjęć radiologicznych oraz za pomocą komputerowego systemu planowania leczenia opracowuje się rozkład dawki*
- aplikator podłącza się do aparatu HDR, który przesyła do niego źródło promieniotwórcze*
- personel zakładu cały czas monitoruje przebieg terapii i jest w stałym kontakcie wizualnym i słownym z pacjentem*
- po zakończonej brachyterapii, źródło automatycznie powraca do komory ochronnej aparatu HDR a aplikator może być rozłączony i usunięty [12]*

Brachyterapia raka płuc – skutki uboczne

Do powikłań brachyterapii śródoskrzelowej zalicza się:

- krwotoki*
- przetoki*
- popromienne zapalenia płuc i oskrzeli*
- zwężenia popromienne*

Z wyjątkiem krwotoków, których częstość według różnych autorów wynosi od 0 do 32%, częstość pozostałych powikłań nie przekracza 10%. [12]

Brachyterapia raka przetyku

Brachyterapia HDR jest sprawdzoną i bezpieczną metodą, umożliwiającą radioterapeutom leczenie raka przetyku z dużą precyzją, w mniej obciążający dla chorych sposób.

Brachyterapia HDR może być zastosowana jako kuracja samodzielna lub jako skojarzona metoda leczenia (z teleradioterapią konformalną). [13]

Brachyterapia raka przełyku – zalety i wady

Zalety:

- izotopy promieniotwórcze umiejscawiane są wewnątrz guza przełyku z dużą dokładnością*
- niewielkie dawki promieniowania docierają do organów przyległych znajdujących się w śródpiersiu*
- leczenie najczęściej może być przeprowadzone bez potrzeby hospitalizacji*

Wady:

- jest źle znoszona przez niektórych pacjentów ze względu na obecność ciała obcego w przełyku i wydzielanie dużej ilości śliny*
- w celu założenia prowadnicy przed umieszczeniem aplikatorów, czasami konieczna jest gastroscopia [13]*

Brachyterapia raka przełyku – przebieg zabiegu

- *pacjent przychodzi na czczo*
- *zabieg założenia aplikatora do brachyterapii nie wymaga znieczulenia*
- *bronchoskop wprowadza się go do przełyku, a następnie przez jego kanał roboczy wsuwa się giętką prowadnicę. Po usunięciu endoskopu, po prowadnicy wprowadza się do przełyku aplikator*
- *jeśli to możliwe aplikatory są wprowadzone do przełyku tak, jak wprowadza się sondę żołądkową – bezpośrednio przez jamę ustną, co bywa czasami trudne w przypadku znacznego zwężenia światła przełyku przez guz*
- *na podstawie zdjęć radiologicznych, za pomocą komputerowego systemu planowania leczenia opracowuje się rozkład dawki [13]*

Brachyterapia raka przełyku – skutki uboczne

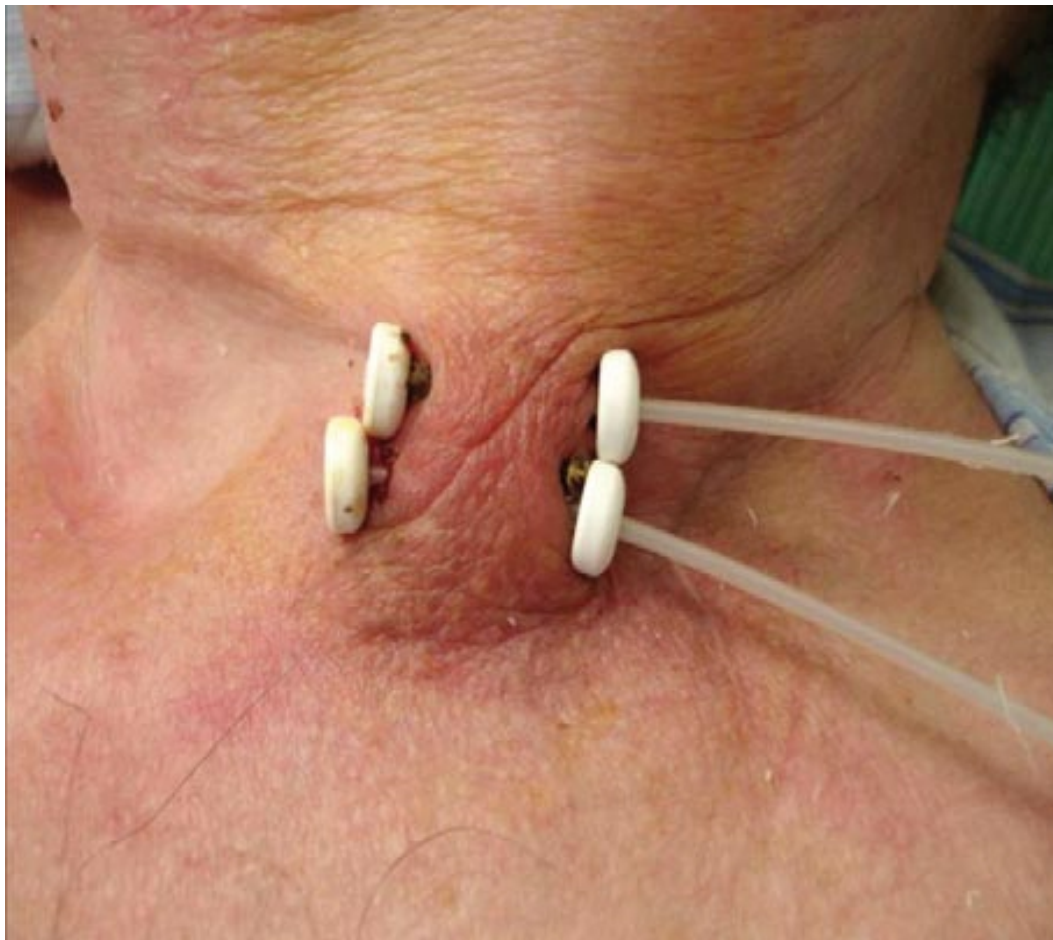
- *bezpośrednio po zabiegu i usunięciu aplikatora pacjent może odczuwać pieczenie lub dolegliwości bólowe*
- *w ciągu kilku godzin lub dni może wystąpić wydzielenie większej ilości śliny podbarwionej krwią [13]*

Brachyterapia raka głowy i szyi

Obecnie stosowanych jest kilka technik brachyterapii:

- brachyterapia HDR („high dose rate”, z użyciem izotopów promieniotwórczych o wysokiej mocy dawki promieniowania) polegająca na czasowej, kilkuminutowej aplikacji izotopu promieniotwórczego wewnątrz guza*
- brachyterapia PDR (pulsacyjna, promieniowanie podawane w postaci impulsów) różni się od pierwszej jedynie czasem leczenia*
- śródoperacyjne założenie aplikatorów po usunięciu guza i podanie frakcji napromieniania HDR (samodzielnej metody leczenia) bez zastosowania teleradioterapii w czasie 4-5 dni*
- brachyterapia z użyciem implantów stałych, polega na jednorazowym wszczepieniu ziaren radioaktywnych w obrębie guza na stałe (technika w fazie badań klinicznych) [14]*

Brachyterapia raka głowy i szyi



25. Założone aplikatory do brachyterapii szyi.

Brachyterapia raka głowy i szyi – zalety i wady

Zalety:

- izotopy promieniotwórcze umiejscawiane są wewnątrz miejsca po usuniętym guzie oraz w guzie z dużą dokładnością*
- niewielkie dawki promieniowania docierają do zdrowych narządów otaczających nowotwór co zmniejsza ryzyko powikłań*
- technika ta zapewnia większy komfort pacjenta w trakcie i po zabiegu*
- czasami uzyskiwany jest lepszy efekt kosmetyczny ze względu na mniejszą dawkę promieniowania podaną na skórę*

Wady:

- wymaga zastosowania jednorazowego zabiegu z użyciem środków znieczulających, narkozy*
- wymaga wysokich kwalifikacji personelu [14]*

Brachyterapia raka głowy i szyi – zastosowanie

Nowotwory głowy i szyi leczone są różnymi technikami:

- *brachyterapia śródtkankowa: rak dna jamy ustnej, gardła środkowego, wargi, języka, policzka, ślinianki, zatoki szczękowej, przerzuty i wznowy w węzłach chłonnych szyi*
- *brachyterapia kontaktowa: rak dna jamy ustnej, gardła środkowego, języka, policzka, węzłów chłonnych szyi*
- *brachyterapia śródjamowa: rak nosogardła*

Leczenie radykalne (takie leczenie otrzymuje większość chorych) jest stosowane najczęściej w leczeniu:

- *raka wargi*
- *wczesnego raka języka i dna jamy ustnej*
- *raka ślinianki*
- *raka nosogardła [14]*

Bezpieczeństwo radiologiczne po brachyterapii

Wielu pacjentów zaniepokojonych jest tym, czy brachyterapia jest leczeniem bezpiecznym. Pacjent nie jest radioaktywny w momencie wypisania ze szpitala. Nie ma żadnych ograniczeń dla podróżowania czy fizycznego kontaktu pacjenta z osobami dorosłymi.

Aplikatory stosowane w brachyterapii

- *aplikatory do brachyterapii skóry*
- *aplikatory do brachyterapii piersi*
- *aplikatory do brachyterapii płuc i przełyku*
- *aplikatory do brachyterapii głowy i szyi*
- *aplikatory do brachyterapii ginekologicznej*
- *aplikatory do brachyterapii prostaty*

Aplikatory do brachyterapii skóry



[26] Aplikator do brachyterapii skóry z powłoką wolframową jest aplikatorem do napromieniania skóry przeznaczonym do leczenia kontaktowego.

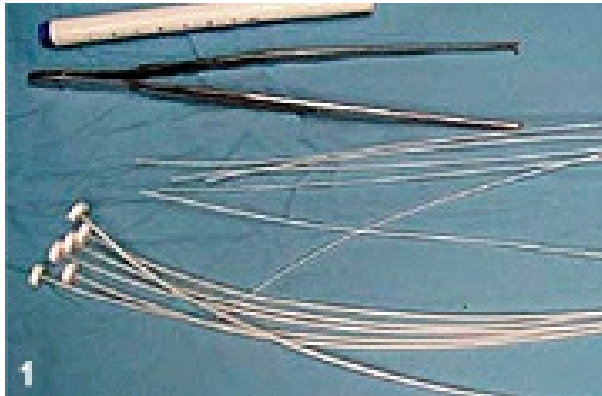
- Aplikator zapewnia nieinwazyjne leczenie kontaktowe w napromienianiu skóry.*
- Unikalny filtr spłaszczający zapewniający jednorodne i kontrolowane napromienianie dawką.*



[27] Elastyczny aplikator „siatkowy”, powierzchniowy aplikator do brachyterapii skóry lub śródoperacyjnego leczenia powierzchniowego.

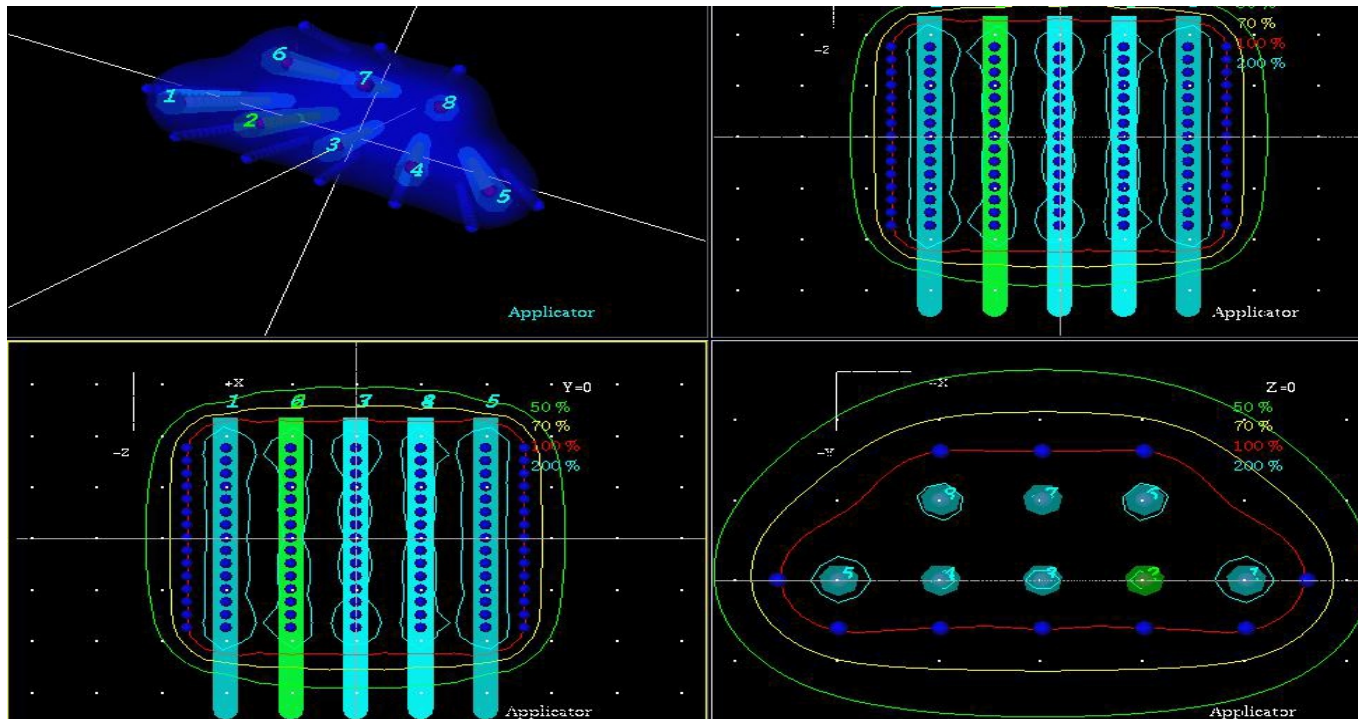
- Aplikator dostosowuje się do powierzchni zakrzywionych struktur anatomicznych.*

Aplikatory do brachyterapii piersi



28. Aplikatory do brachyterapii piersi

29. Przykładowy układ aplikatorów z rozkładem dawki promieniowania oraz symulacja 3D



Aplikatory do brachyterapii płuc i przetyku



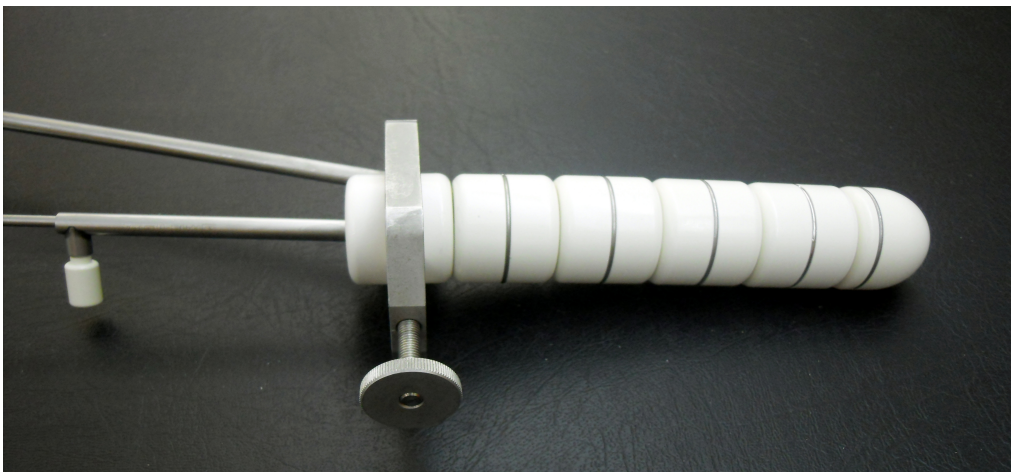
30, 31. Aplikator do brachyterapii płuc i przetyku, gładkość cewnika brachyterapeutycznego umożliwia łatwe wprowadzanie i nakierowanie go do oskrzeli lub światła innego narządu, zwiększając szybkość zabiegów brachyterapii płuc.

Aplikatory do brachyterapii głowy i szyi



[32] Aplikator nosowo-gardłowy jest produkowany z elastycznego materiału silikonowego, pozwalającego na bezproblemowe kształtowanie dawki promieniowania w jamie nosowo-gardłowej. Składa się z dwóch kanałów znajdujących się w górnej części aplikatora, optymalizujących rozkład dawki oraz zmniejszających dawkę powierzchniową.

Aplikatory do brachyterapii ginekologicznej

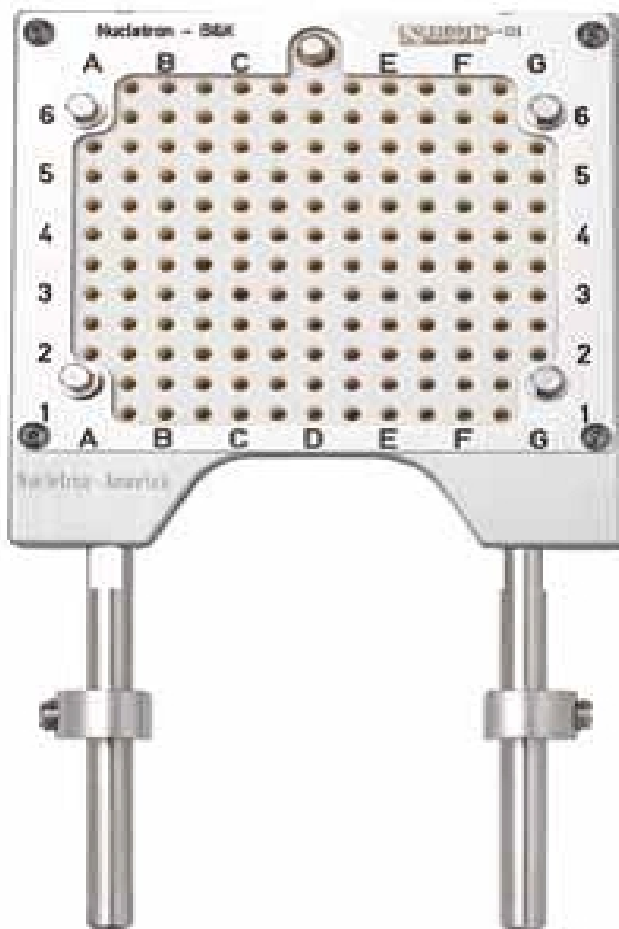


33. Aplikator śródjamowy używany w leczeniu raka szyjki macicy.



34. Aplikator typu RING, używany w leczeniu raka szyjki macicy z zachowanym narządem rodnym.

Aplikatory do brachyterapii prostaty



35. Uchwyt na aplikatory do śródkankowej brachyterapii HDR prostaty.

Uchwyt służy do nakierowywania i mocowania igieł z tworzywa sztucznego w prostacie.

Skuteczność brachyterapii

Celem brachyterapii jest całkowite zniszczenie komórek nowotworowych, z możliwie jak największym zaoszczędzeniem komórek zdrowych. Terapia trwa najczęściej kilka tygodni, podawana jest raz, dwa razy w tygodniu. W niektórych przypadkach możliwe jest jedynie zmniejszenie masy guza czy ustąpienie objawów chorobowych, np., krwawienia (brachyterapia paliatywna). Brachyterapia może być leczeniem uzupełniającym stosowanym po zabiegu operacyjnym i ma na celu zniszczenie komórek nowotworowych, które mogą znajdować się w łożu po guzie i jego otoczeniu.

Skuteczność:

W terapii raka piersi, płuc, głowy i szyi oraz raka przetyku, stwierdzono wysoki współczynnik skuteczności w przypadku wczesnego stadium raka.

Główne ośrodki brachyterapii w Polsce

- *Zakład Brachyterapii Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej – Curie w Warszawie*
- *Zakład Brachyterapii Wielkopolskie Centrum Onkologii im. Marii Skłodowskiej – Curie w Poznaniu*
- *Zakład Brachyterapii Centrum Onkologii im. Marii Skłodowskiej – Curie Oddział w Gliwicach*
- *Zakład Brachyterapii Białostockie Centrum Onkologii im. Marii Skłodowskiej – Curie*

- *Zakład Fizyki Medycznej Świętokrzyskie Centrum Onkologii*
- *Zakład Radioterapii z Pracownią Brachyterapii Opolskie Centrum Onkologii im. prof. T. Koszarowskiego*
- *Zakład Brachyterapii Gdyńskie Centrum Onkologii przy Szpitalu Morskim im. PCK w Gdyni*
- *Zakład Radioterapii z Pracownią Brachyterapii Centrum Onkologii im. Marii Skłodowskiej – Curie Oddział w Krakowie*
- *Oddział Radioterapii Dolnośląskie Centrum Onkologii we Wrocławiu*

Podsumowanie

*Wśród głównych przyczyn niepowodzeń radioterapii wymienia się brak możliwości podania wystarczająco wysokiej dawki całkowitej w obszar guza ze względu na ograniczoną tolerancję tkanek zdrowych. Dlatego **brachyterapia** jest obecnie metodą znajdującą coraz większe uznanie, tym bardziej, że oparta jest na zaawansowanych technologiach komputerowych i wykorzystuje bezpieczne źródła promieniowania. [4]*

Bibliografia:

- 1. „Zakład Fizyki Medycznej – Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie”, prezentacja; Anna Gumowska, Małgorzata Szurmańska*
- 2. „Doses from radiotherapy”, prezentacja dr Wojciech Bulski*
- 3. <http://www.onkol.kielce.pl/zfm/brachyterapia.htm>*
- 4. Brygida Białas, Agata Rembielak, „Rola i miejsce brachyterapii we współczesnej onkologii”, Zakład Brachyterapii Instytutu Onkologii w Gliwicach*
- 5. <http://www.wco.pl/zb/index.php?m=2&id=7>*
- 6. <http://pl.wikipedia.org/wiki/Brachyterapia>*
- 7. <http://www.dco.com.pl/informacje-ogolne,120.html>*
- 8. Monika Drabik, „Fantom medyczny dla promieniowania laserowego i rentgenowskiego”, Praca inżynierska, Wydział Fizyki PW, 2012*
- 9. <http://www.mamhakanaraka-staszic.cba.pl/leczenie.htm>*

Bibliografia cd:

- 10. http://www.wco.pl/media/files/file/5/6/1245668336brachyteraia_raka_skory.pdf***
- 11. http://www.wco.pl/media/files/file/5/6/1245668547Brachyterapia_raka_piersi.pdf***
- 12. http://www.wco.pl/media/files/file/5/6/1245668573Brachyterapia_raka_pluca.pdf***
- 13. http://www.wco.pl/media/files/file/5/6/1251450532brachyterapia_raka_przelyku.pdf***
- 14. http://www.wco.pl/media/files/file/5/6/1251450497brachyterapia_raka_glowy_i_szyi.pdf***
- 15. <http://fotoforum.gazeta.pl/zdjecie/412353,2,57,Instytut-Radowy1.html>***
- 16. „Rola i miejsce brachyterapii w leczeniu raka piersi”, dr n. med. Jarosław Łyczek, lek med. Anna Kulik, lek. med. Robert Chmielewski, Centrum Onkologii w Warszawie***
- 17. <http://centrumpacjenta.eu/>, Informacja Medyczna dla Pacjentów***

Spis rysunków:

1. <http://www.mamhakanaraka-staszic.cba.pl/leczenie.htm>
2. http://www.medgadget.com/2008/01/radiotherapy_machine_mhitm2000_from_mitsubishi.html
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_R%C3%B6ntgen
4. http://pl.wikipedia.org/wiki/Henri_Becquerel
5. <http://wynalazki.sidedark-warez.pl/wielkie-wynalazki-i-odkrycia/maria-i-piotr-curie/>
6. http://pl.wikipedia.org/wiki/Bomba_kobaltowa
7. „Doses from radiotherapy”, prezentacja dr Wojciech Bulski
8. <http://fotoforum.gazeta.pl/zdjecie/412353,2,57,Instytut-Radowy1.html>
9. <http://pl.wikipedia.org/wiki/Brachyterapia>
10. <http://www.wco.pl/pl/szpital/aktualnosci/353/>
11. <http://brachyterapia.coi.pl/html/gin.html>
12. http://www.wco.pl/media/files/file/5/6/1245668573Brachyterapia_raka_pluca.pdf
13. <http://www.wco.pl/zb/?m=6&a=2&gid=11&id=51>
14. <http://www.zdrowemiasto.pl/?pid=subpage&cat=16&subcat=51&id=898&lang=pl>
15. <http://www.topnews.in/brachytherapy-new-way-treat-prostate-cancer-2101004>
16. <http://www.zdrowemiasto.pl/?pid=subpage&cat=16&subcat=51&id=898&lang=pl>
17. http://www.wco.pl/media/files/file/5/6/1245668573Brachyterapia_raka_pluca.pdf

Spis rysunków cd:

18. <http://download.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470204500003752/images?imageId=fx1§ionType=lightBlue>

19. <http://www.brachyterapia.coi.pl/galeria.html?galAlbum=1>

20. <http://brachyterapia.coi.pl/html/som1.html>

21. <http://brachyterapia.coi.pl/html/gal1.html>

22. <http://www.onkol.kielce.pl/zfm/brachyterapia.htm>

23. <http://www.aboutbrachytherapy.com/en-us/health/cancers/skin-cancer/Pages/default.aspx>

22. <http://www.medonet.pl/zdrowie-na-co-dzien,pokaz-slajdow,331202,10,jak-rozpoznać-czerniaka,index.html>

23. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/ar/1/1c/Breast_Brachytherapy.jpg

24. <http://www.ge.infn.it/~geant4/examples/brachytherapy/introductionBrachy.html>

25. http://www.wco.pl/media/files/file/5/6/1251450497brachyterapia_raka_glowy_i_szyi.pdf

26, 27. <http://www.rta.com.pl/radioterapia/brachyterapia/aplikatory/aplikatory-do-brachyterapii-skory/>

28. <http://www.zdrowemiasto.pl/?pid=subpage&cat=16&subcat=51&id=898&lang=pl>

29. <http://brachyterapia.coi.pl/html/som1.html#tech1>

30. <http://www.rta.com.pl/radioterapia/brachyterapia/aplikatory/aplikatory-do-brachyterapii-oskrzeli-i-przelyku/>

31. <http://brachyterapia.coi.pl/html/pluca.html>

Spis rysunków cd:

32. <http://www.rta.com.pl/radioterapia/brachyterapia/aplikatory/aplikatory-do-brachyterapii-glowy-i-szyi/>

33, 34. <http://brachyterapia.coi.pl/html/gin.html>

35. <http://www.rta.com.pl/radioterapia/brachyterapia/aplikatory/aplikatory-do-brachyterapii-prostaty/>