



Brachyterapia - seminarium

Prof. dr hab. n. med. Janusz Skowronek

Zakład Brachyterapii,

Wielkopolskie Centrum Onkologii,

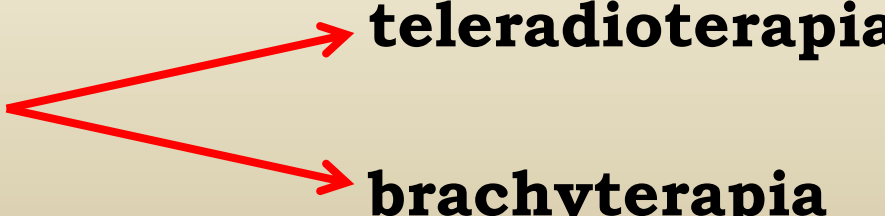
Poznań, Polska

www.wco.pl/zb

Brachyterapia

1. **Brachyterapia, curietherapia** (*brachy*, z greckiego - z bliska) jest jedną z metod radioterapii nowotworów.

Wykorzystuje się w niej energię fotonów lub cząstek pochodzącą z rozpadu izotopów promieniotwórczych umieszczanych w guzie lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie.

2. Radioterapia: 
→ teleradioterapia
→ brachyterapia

2012

Populacja: 38.5 millionów

Ośrodki radioterapii 37 (4 pryw.), 3-4 w bud. (pryw.)

w tym:

(Nowy Sącz, Elbląg, Otwock, Kraków SU Chir – 0 pacjentów)

Brachyterapia (ośrodki): 29 (3 pryw.)

EBRT:

❖ Przyspieszacze	122 (10-15% do wymiany)
❖ Gammaknife	1
❖ Mobetron	3
❖ Cybeknife	3
❖ Aparat rtg do RT śródoperacyjnej	5
❖ Symulatory	43

(planowane - 140-150 przyspieszaczy) 1/250 000 mieszkańców

2012

Brachyterapia - aparatura: 44

LDR(MDR): 1 (22 w 2002) Kielce

HDR: 39 (14 w 2002)

PDR: 5 (4 w 2002) było 6

**Implanty stałe: Poznań, Warszawa,
Jastrzębie Zdrój**

AOTM - decyzja lipiec pozytywna 2013

2012

- **Teleradioterapia** – 68781 chorych
- **Brachyterapia** – 11246 chorych
(14,1%)

(2011- **13,8%**)

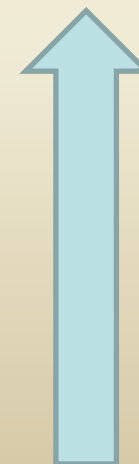
Łącznie – 80027 chorych

2011 -75879 chorych

Zachorowalność na raka (szacowana) – 150-160 000 (?)

- **W 28/30 ośrodkach RT - BT:**

- WCO Poznań	1146
- Kielce	1090
- Gliwice	899
- Bydgoszcz	895
- Warszawa	830



Lekarze (2008):
specjaliści radioterapii – 379
w trakcie specjalizacji – 123

Lekarze (2012):
specjaliści radioterapii – 471
w trakcie specjalizacji – 177
fizycy – 339
technicy rtg - 900

Założenia ogólne:

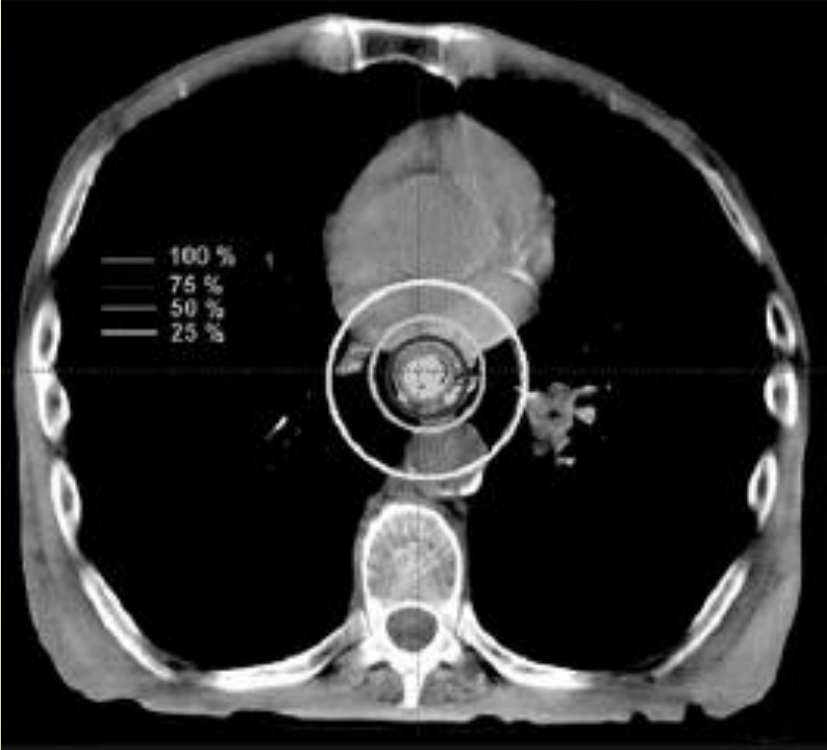
- ❖ Efektem umieszczenia izotopu w obrębie guza lub jego otoczeniu jest możliwość precyzyjnej koncentracji wysokiej dawki promieniowania w bezpośrednim sąsiedztwie izotopu – w większym stopniu niż przy użyciu napromieniania wiązkami zewnętrznymi.
- ❖ Podwyższa to odsetek kontroli miejscowej, ponadto ze względu na fizyczne właściwości promieniowania (spadek natężenia dawki proporcjonalnie z kwadratem odległości od źródła) umożliwia lepszą ochronę otaczających zdrowych tkanek, w tym narządów krytycznych.
- ❖ Warunkiem uzyskania tego efektu jest dostępność guza oraz jego zdefiniowana, z reguły niewielka wielkość.

Założenia ogólne:

- ❖ Implantacja aplikatorów często wymaga współpracy **z chirurgiem** – przed brachyterapią wykonywana jest cytoredukcja guza, resekcja guza, craniotomia, laparotomia połączona z częściową resekcją guza, lub z **implantacją aplikatorów**.
- ❖ W przeciwieństwie do teleterapii - brachyterapia jest często **metodą inwazyjną**, wymaga implantacji aplikatorów w znieczuleniu miejscowym lub ogólnym.

Dlaczego brachyterapia???

HDRBT

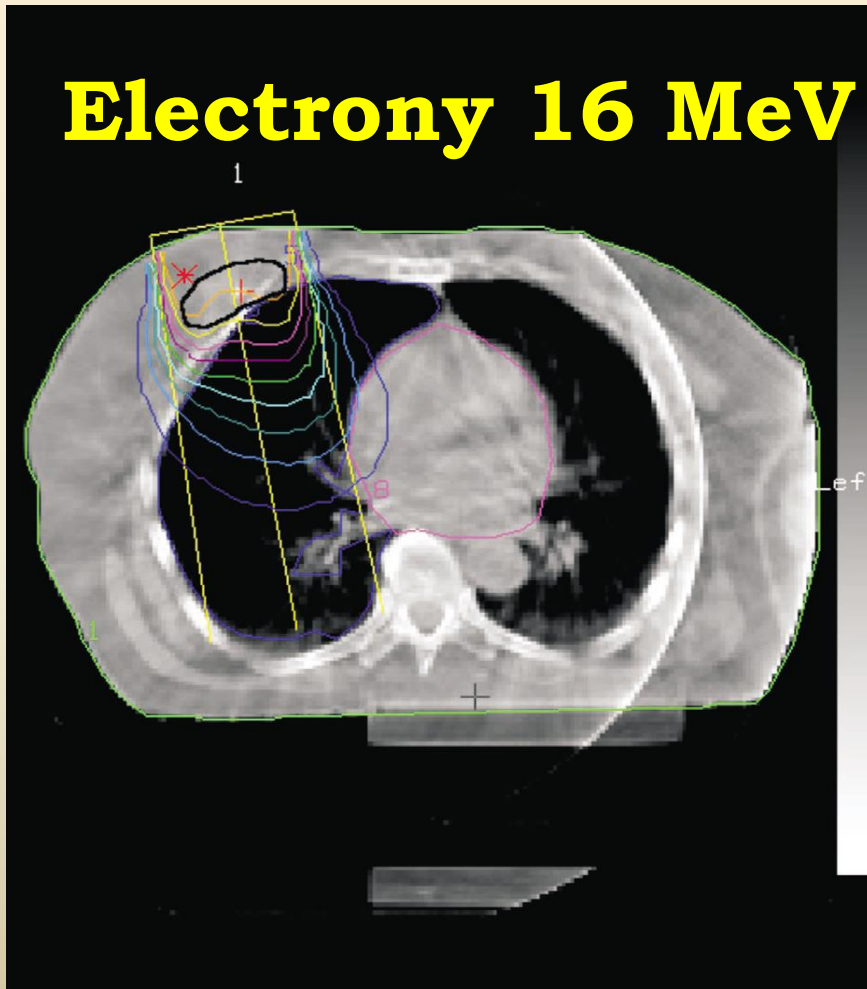


ERT

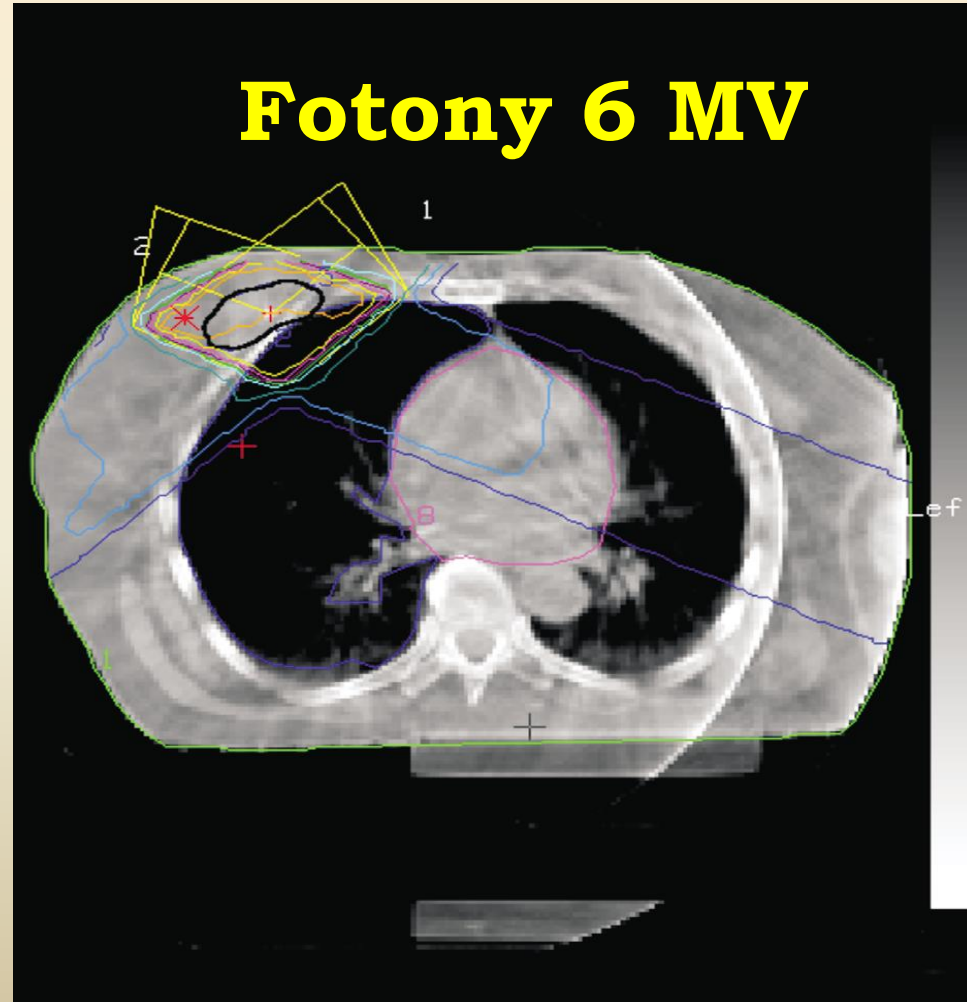


Przykład rozkładu dawki po zastosowaniu elektronów 16 MeV (A) i fotonów 6 MV (B)

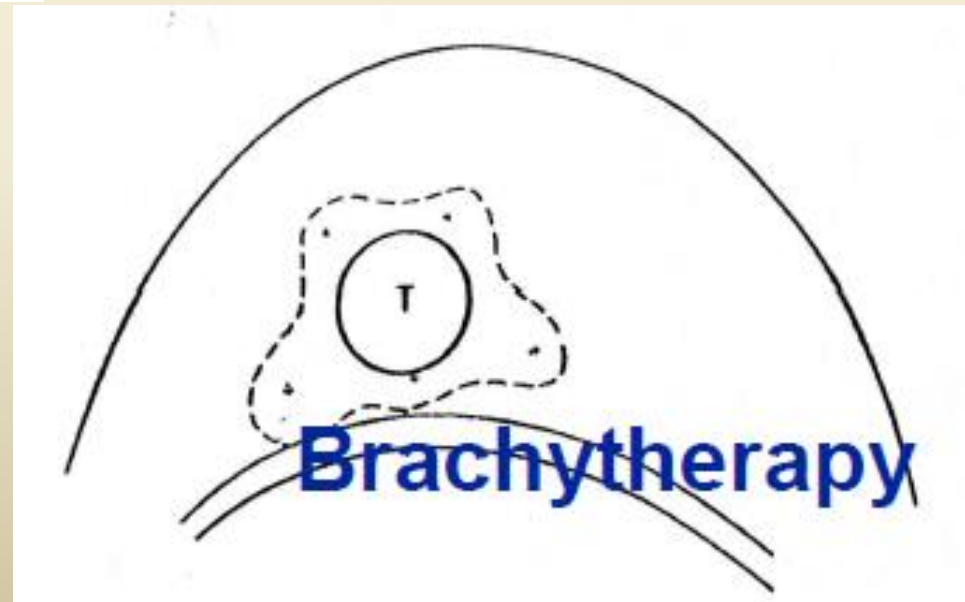
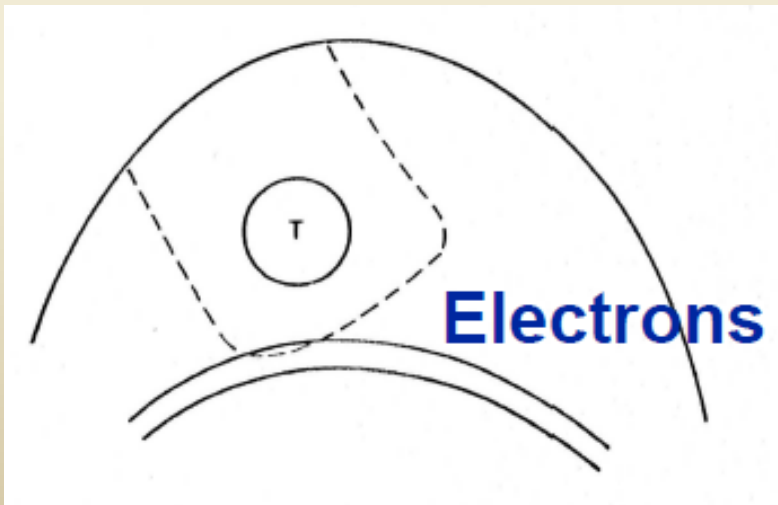
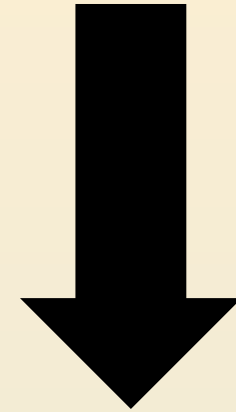
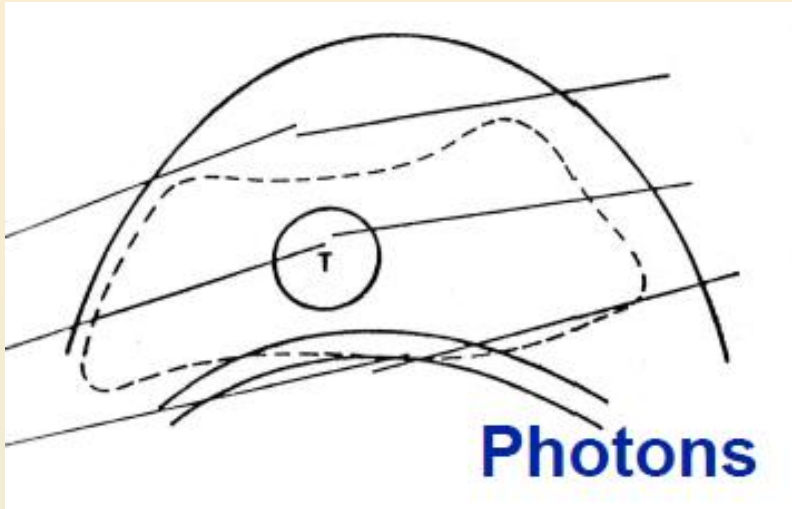
Electrony 16 MeV



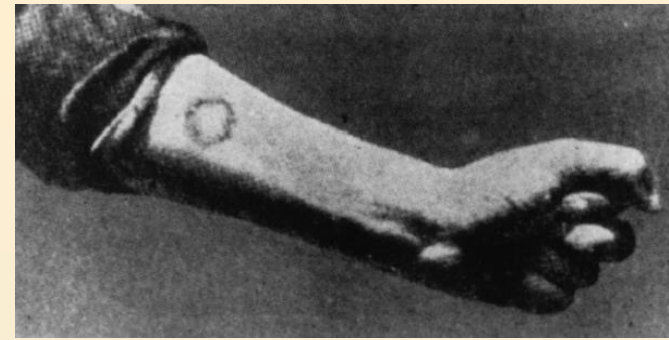
Fotony 6 MV



Pokrycie dawką konformalną - jak najmniejsza objętość, jak najlepsza ochrona skóry...



Początek radiobiologii i brachyterapii.



1. **Henri Becquerel** (1901) - pierwszy zaobserwował reakcję skóry na napromienianie. 10 dni po przeniesieniu niewielkiej ilości radu w kieszeni swojego płaszcza (przez 6 godzin) zauważył zaczerwienienie skóry, które wyleczyło się samo po kilku tygodniach, ale zostawiło odbarwioną bliznę. Po około 20 dniach nastąpiło złuszczenie się naskórka, potem niewielka martwica.
2. **Pierre Curie** potwierdził te spostrzeżenia – na skórze przedramienia umieścił rad na 10 godzin (**foto**). Zaobserwował odczyn skórny podobny do opisywanego po promieniowaniu X.
3. **Henri Becquerel i Pierre Curie** przewlekłe cierpieli z powodu oparzeń końcówek palców ze względu na kontakt z radem.
4. **Marie Curie** również miała podobne objawy, częściowo jednak były one efektem zmian po promieniach X, na które była narażona w trakcie I Wojny Światowej.



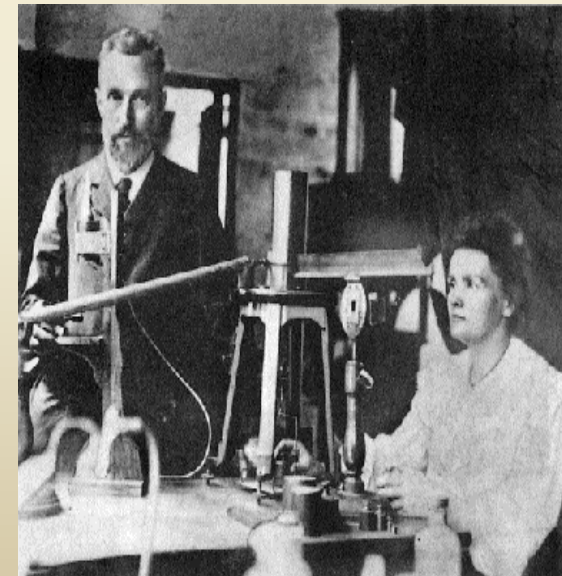
Dear Dr. Sowers:

I understand from you that the Röntgen rays, and the rays emitted by radium, have been found to have a marked curative effect upon external cancers, but that the effects upon deep-seated cancers have not thus far proved satisfactory.

It has occurred to me that one reason for the unsatisfactory nature of these latter experiments arises from the fact that the rays have been applied externally, thus having to pass through healthy tissues of various depths in order to reach the cancerous matter.

The Crookes' tube, from which the Röntgen rays are emitted, is of course too bulky to be admitted into the middle of a mass of cancer, *but there is no reason why a tiny fragment of radium sealed up in a fine glass tube should not be inserted into the very heart of the cancer, thus acting directly upon the diseased material!* Would it not be worth while making experiments along this line?

[Signed] Alexander Graham Bell



Historia

Rozwój brachyterapii rozpoczął się pod koniec XIX wieku, jej początek zbiegł się nieomal równocześnie z odkryciem przez Wilhelma Roentgena promieniowania X w 1895 roku.

- 1896** – odkrycie naturalnego promieniowania uranu (Becquerel)
 - 1898** – odkrycie radu (Piotr i Maria Curie)
 - 1901** - trzy pierwsze doniesienia o zastosowaniu radu – Abbe (Nowy York) i Strebel (Monachium) – rak skóry, keloid
 - 1905** – śródtkankowa curieterapia, założenie Instytutu Radowego w Manchester
 - 1909** – tubki radowe w ginekologii
 - 1914** – 1918 – Radium Hemmet (Stockholm), Memorial Hospital (New York), Radium Institute (Paris)
 - 1914** – system Stockholmski)
 - 1919** – system Paryski
 - 1934** – system Manchesterski, zasady Patersona – Parkera:
 - zasady implantacji izotopów
 - sposób obliczania dawki
- (podstawowe zasady, które legły u podstaw współczesnej brachyterapii)**

Historia (2)

1934 – sztuczna promieniotwórczość (Irena i Frederic Joliot-Curie)

Lata 50-te – zastosowanie sztucznych izotopów

promieniotwórczych – odkrycie Jodu, Cezu

1920–1955 – źródła radowe stosowane w ginekologii, przez chirurgów, patologów - brak technicznych możliwości obliczania dawki, niedoskonałe metody dozymetrii – wyniki leczenia dalekie od oczekiwań

1953 – podstawy „afterloadingu” (Haenschke i Hilaris): wysoka moc dawki, komputeryzacja

1956 – odkrycie Irydu 192

Wprowadzanie do leczenia kolejnych generacji aparatów do brachyterapii:

1964 - Cathetron (Co-60),

1964 - Gammamed I (Iryd-192), II (1976),

1979 - Gammamed [High Dose Rate],

1983 - Gammamed III - 12 kanałów,

1991 - Gammamed 12i [Pulsed Dose Rate]

2006 – Microselectron HDR/PDR – 30 kanałów

Historia (3)

1. **Lata 50-te, 60-te, 70-te** – przewaga teleradioterapii ze względu na postęp w budowie aparatury i rozwój technik napromieniania.
2. Brachyterapia straciła na znaczeniu.
3. **Lata 80-te:**
 - ❖ Wykrycie nowych izotopów promieniotwórczych,
 - ❖ rozwój technik „afterloadingu”,
 - ❖ doskonalenie systemów komputerowych przy znacznym zmniejszeniu narażenia personelu na promieniowanie

– renesans brachyterapii, szybki wzrost liczby leczonych chorych, rozszerzenie wskazań do brachyterapii nowotworów złośliwych i innych chorób.

Pierwiastki promieniotwórcze stosowane w brachyterapii:

- Najważniejsze właściwości opisujące przydatność izotopów promieniotwórczych to:

- ❖ **czas** połowicznego rozpadu,
- ❖ **aktywność** pierwiastka,
- ❖ **energia** promieniowania,

- Najczęściej stosowane:

^{192}Ir , ^{125}I ,
 ^{137}Ce ,

coraz częściej - ^{60}Co , ^{103}Pd

!

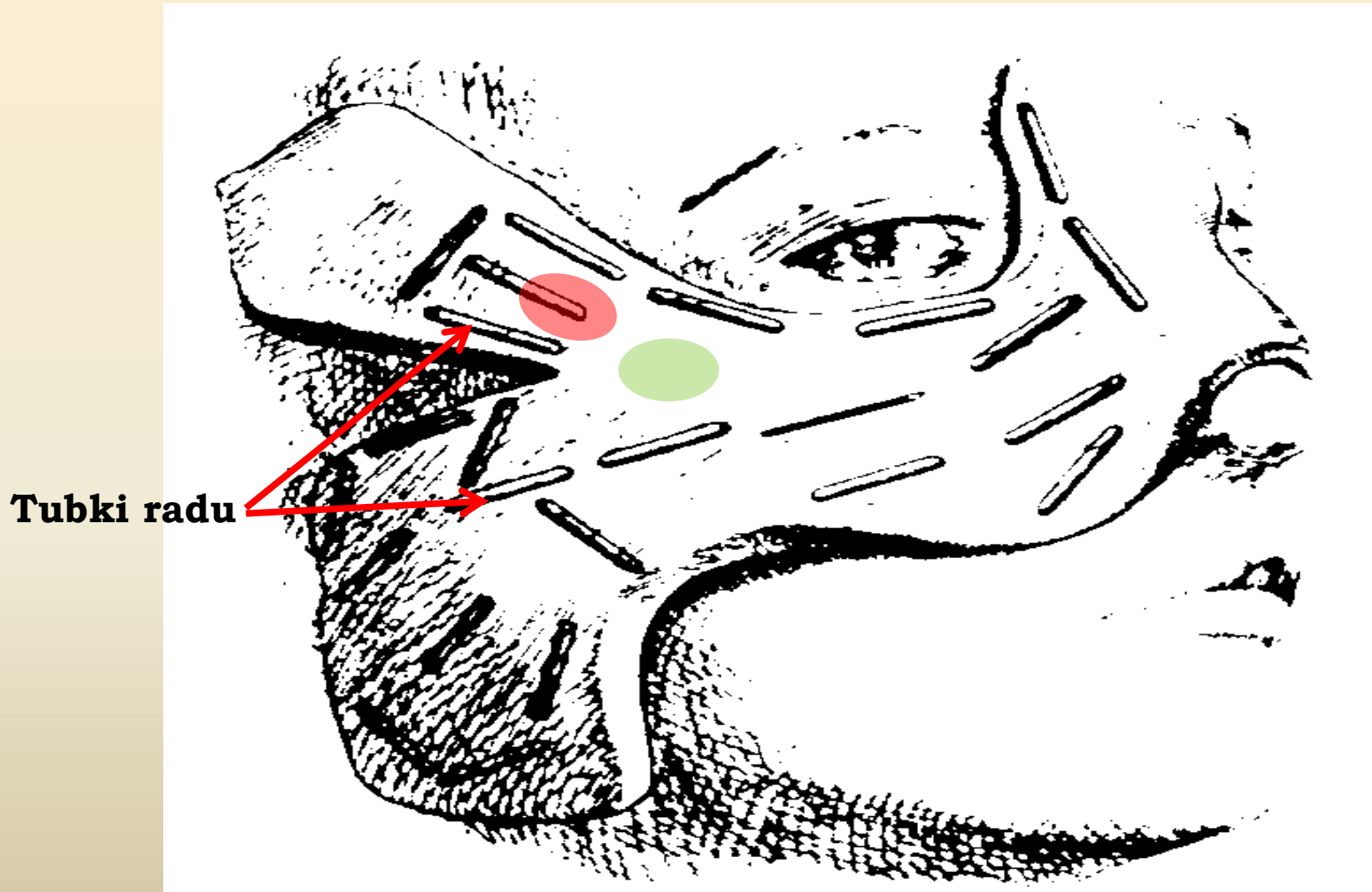
RAD

- 1. Pierwszym izotopem zastosowanym w radioterapii był rad, użyto go prawie natychmiast po jego odkryciu w 1898 roku.**
- 2. Rad - tubki, igły radowe $T_{0,5} = 1626$ lat, energia efektywna – 1,24 MeV, energia emitowanego promieniowania - 0,19 do 2,43 MeV.**
- 3. Rad ulega cały czas rozpadowi - szczelność preparatów jest warunkiem ich stosowania - radon nie może wydobyć się na powierzchnię.**
- 4. Aktywność źródeł - 300-2000 MBq - 5 do 50 mg czystego radu.**
- 5. Zaletą - stała aktywność, wadą – gramatura, ręczny afterloading, niski LET.**

Tubki radowe



Stosowanie radu – przed opracowaniem systemu Paryskiego i poznaniem zasad rozkładu dawki



Kołnierz ze źródłami radowymi





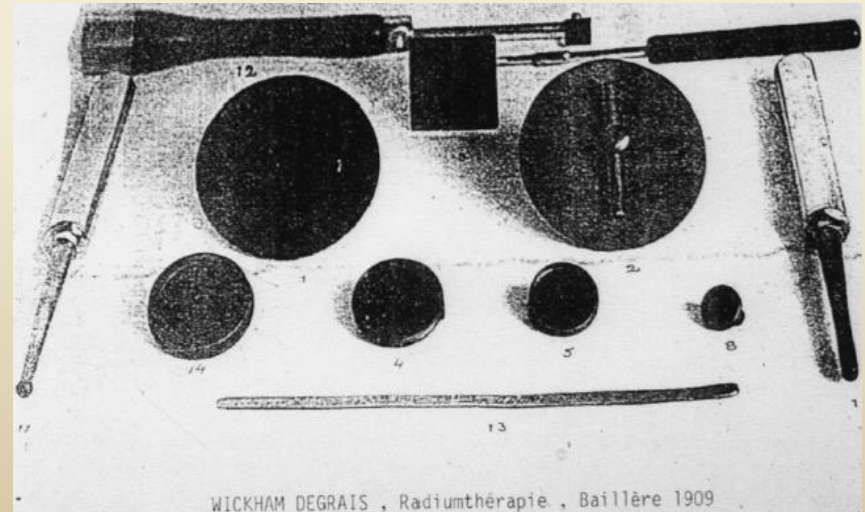




Pielęgniarka trzyma powierzchniowy aplikator radowy na skórze pacjentki.

Efekt przy krótkim czasie ekspozycji osiągnano przy pomocy promieniowania β emitowanego przez aplikator (nieznacznie przenikliwy aplikator).

Tylna strona aplikatora w niewielkim stopniu chroniła przed promieniowaniem gamma.



WICKHAM DEGRAIS , Radiumthérapie , Baillière 1909

Leczenie hemangioma przy pomocy powierzchniowego aplikatora radowego. Średnica aplikatora - 1.1 cm (2.5 mg radium). Promieniowanie: β - 90%, gamma -10%. Czas każdej aplikacji - 45 min, w ciągu 3 miesięcy zastosowano 22 aplikacje. Regresję guza zaobserwowano po 2 miesiącach, pełną remisję – po 6 miesiącach.



Źródła radioaktywne stosowane w brachyterapii muszą spełniać następujące warunki:

- ❖ odpowiednia energia (optymalnie 0,2-0,4 MeV)**
- ❖ odpowiednio długi okres półrozpadu**
- ❖ idealnie bez rozpadu cząsteczkowego**
- ❖ wysoka aktywność właściwa**
- ❖ brak gazowych produktów rozpadu**
- ❖ plastyczność**
- ❖ odporność na uszkodzenia**
- ❖ odpowiednia forma**

Pierwiastki promieniotwórcze stosowane w brachyterapii:

- **1/ Ir-192** druty, igły, ziarna
0,397 MeV
(PDR, HDR - czasowe)
T = 73,8 dni
- **2/ Co-60** igły, tuby, płytki oczne
1,25 MeV
(HDR - czasowe)
T = 5,26 lat
- **3/ Cs-137** tubka, igły, ziarna
0,662 MeV
(LDR - czasowe)
T = 30,3 lat
(czasowe)
- **4/ Tantal-182** druty, tuby
0,07-1,23 MeV
T = 115 dni
- **5/ Rad-226** tubka, igły
0,19-2,43 MeV (0,83)
(LDR - czasowe)
T = 1626 lat
- **6/ Itr-90** ziarna
2,24 MeV
(czasowe)
T = 2,5 dnia
- **7/ P-32** roztwór, koloid
1,7 MeV (beta)
T = 14,3 dni
- **8/ Stront 89** roztwór
1,46 MeV (beta)
T = 50,6 dni

Pierwiastki promieniotwórcze stosowane w brachyterapii:

- **7/ I-131** roztwór
0,61 MeV (beta) 0,35 MeV (gamma) T = 8 dni
- **10/ I-125** ziarna (implanty stałe)
0,028 MeV T = 59,6 dni
- **11/ Pallad-103** ziarna (implanty stałe)
0,02 MeV T = 17 dni
- **12/ Au-198** ziarna, druty (implanty stałe)
0,412 MeV T = 2,7 dnia
- **13/ Ruten 106** płytki, nowotwory oczodołu
2,07 – 3,63 MeV (beta) T = 368 dni
- **14/ Stront 90 / Itr 90** płytki, pow. zmiany oka
2,24 MeV (beta) T = 28,9 lat
- **15/ Radon 222** ziarna (implanty stałe)
0,83 MeV T=3,8 dni
- **16/ Californ-252** nisko energetyczne neutrony

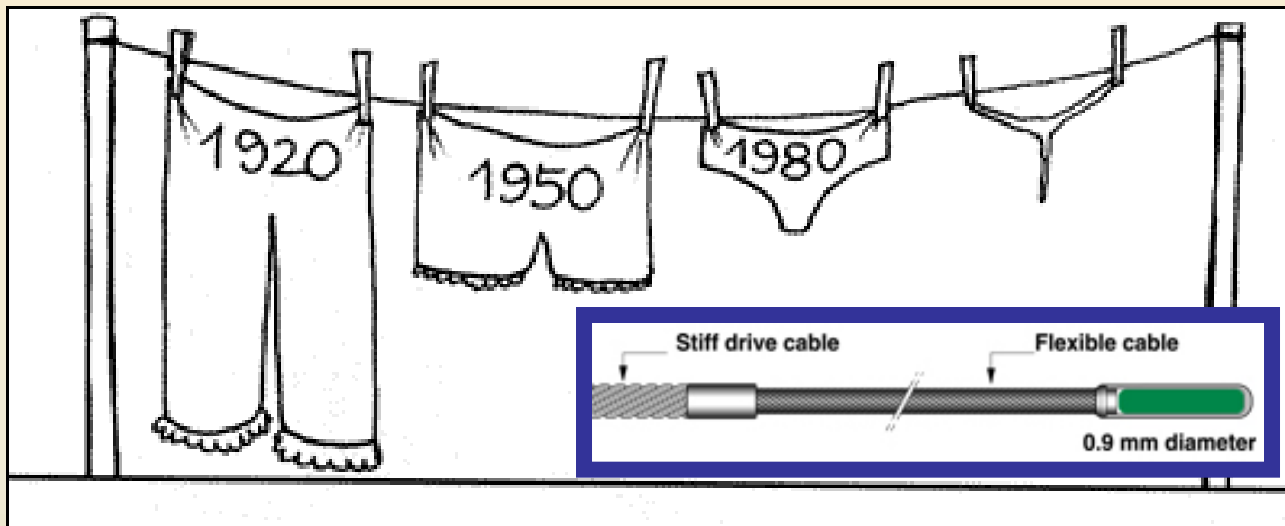
IRYD – 192

¹⁹²Ir

- 1. Podstawowymi cechami izotopu Irydu 192 są:**
 - 1.1. niewielkie, cienkie źródła**
 - 1.2. krótki okres półrozpadu (ok.74 dni)**
 - 1.3. stosowany w systemie "afterloading" zwiększającym ochronę personelu i zapewniającym lepsze geometryczne odzwierciedlenie dawki.**

- 2. Warstwa platyny (grubości 0,1 lub 0,5 mm) pokrywa (zabezpiecza) źródło i stanowi filtr emitowanego przez izotop promieniowania korpuskularnego (cząstki alfa, beta).**

Ewolucja miniaturyzacji w brachyterapii...



Ra

Cs /

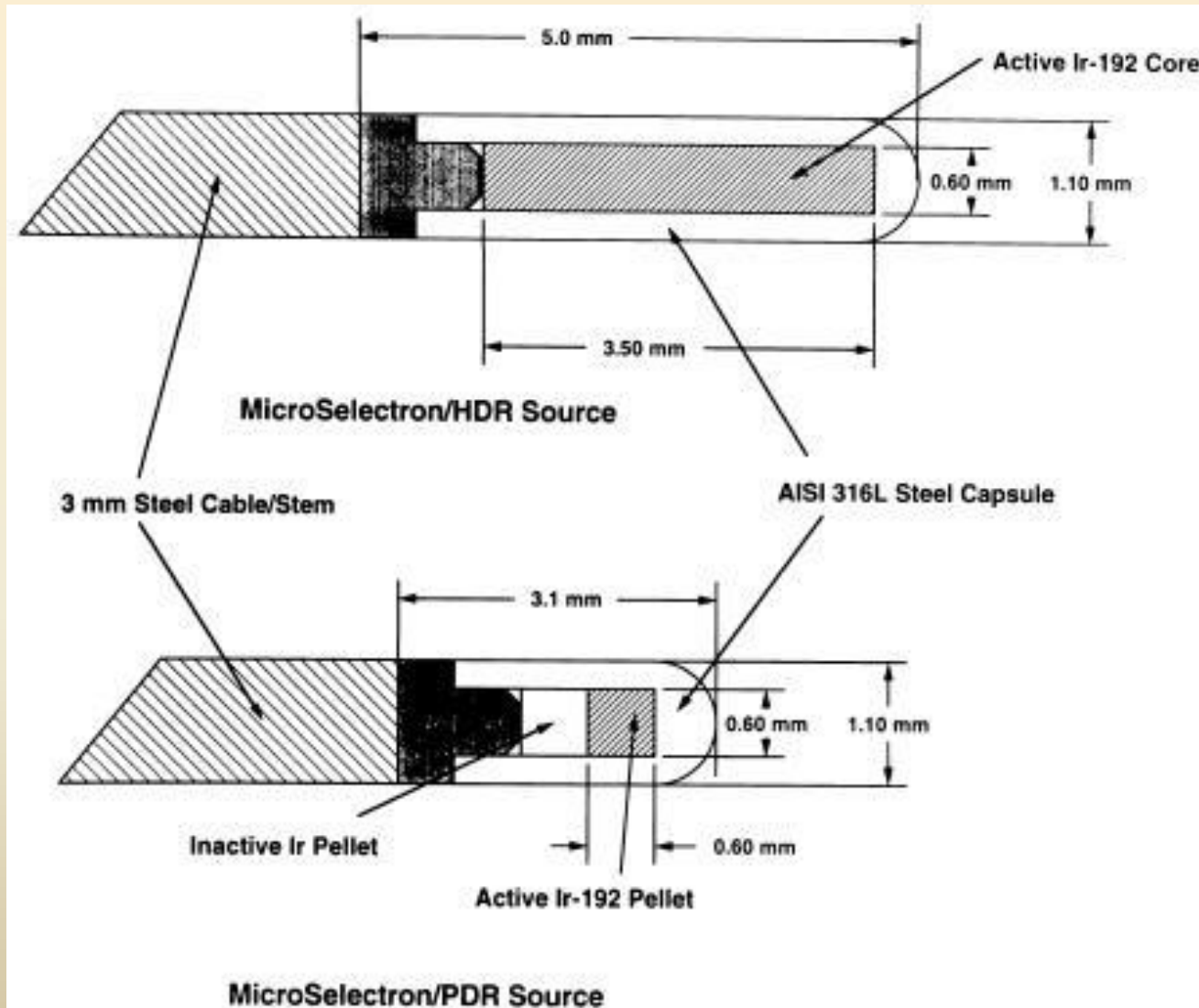
Ir

?

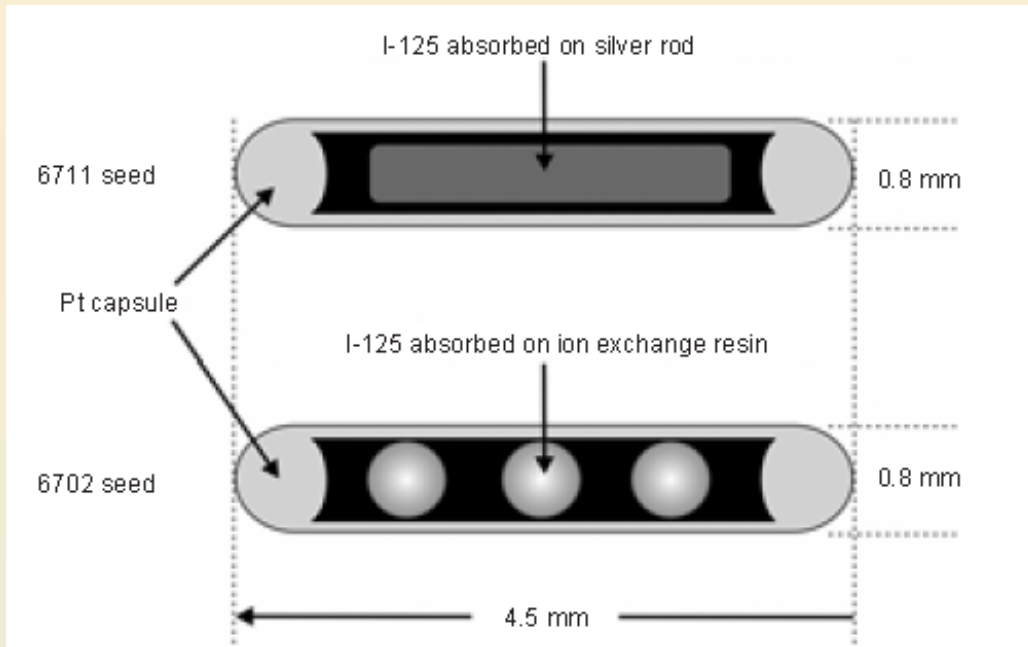
Homeopatia...

Co

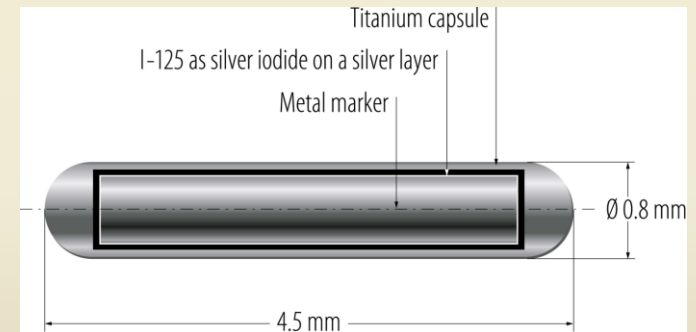
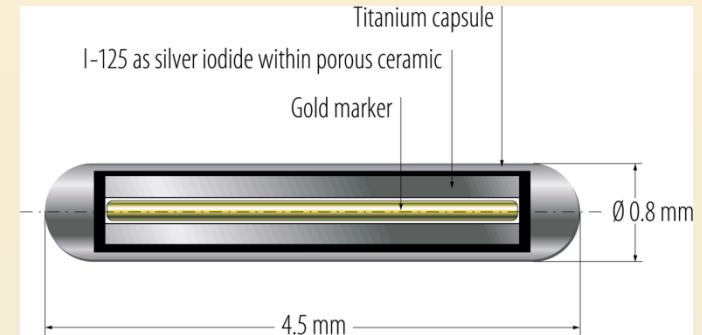
Budowa źródła Irydu 192 – HDR i PDR



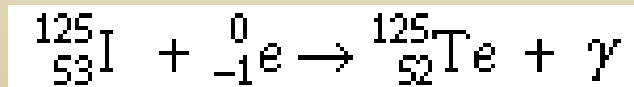
Izotop Jodu - 125



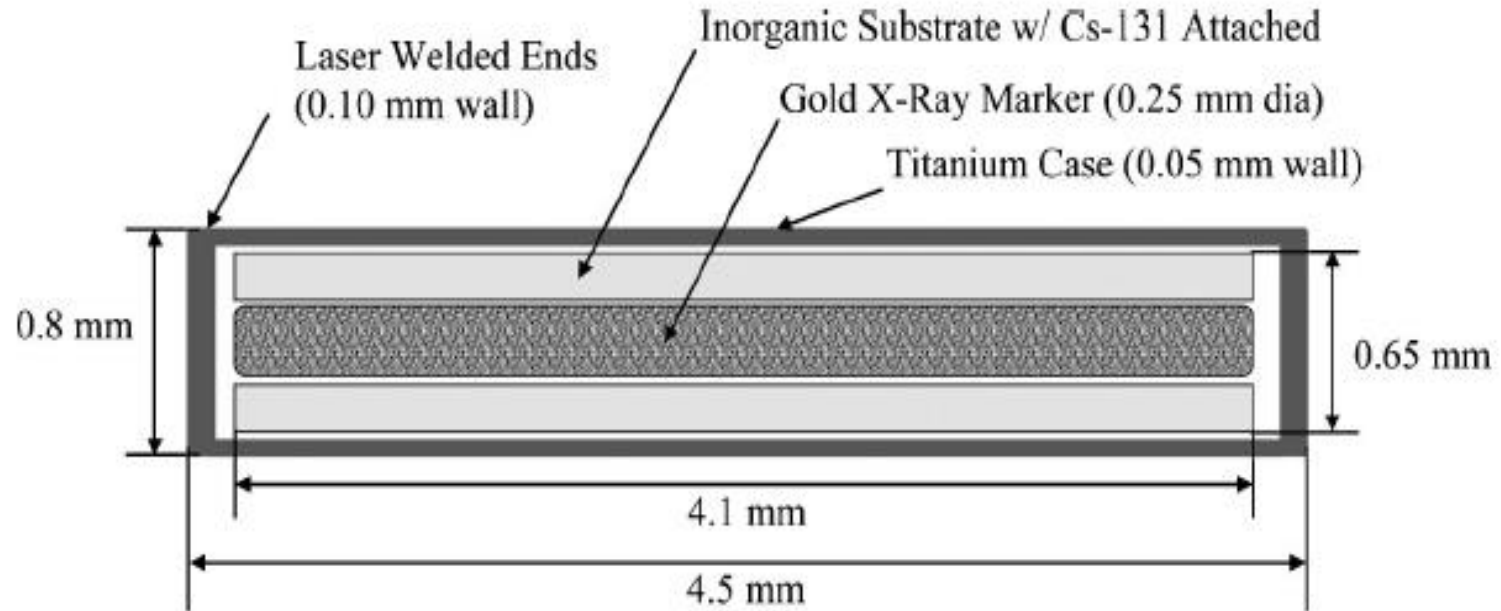
Oncura



Bebig



Izotop Cezu - 131



End View



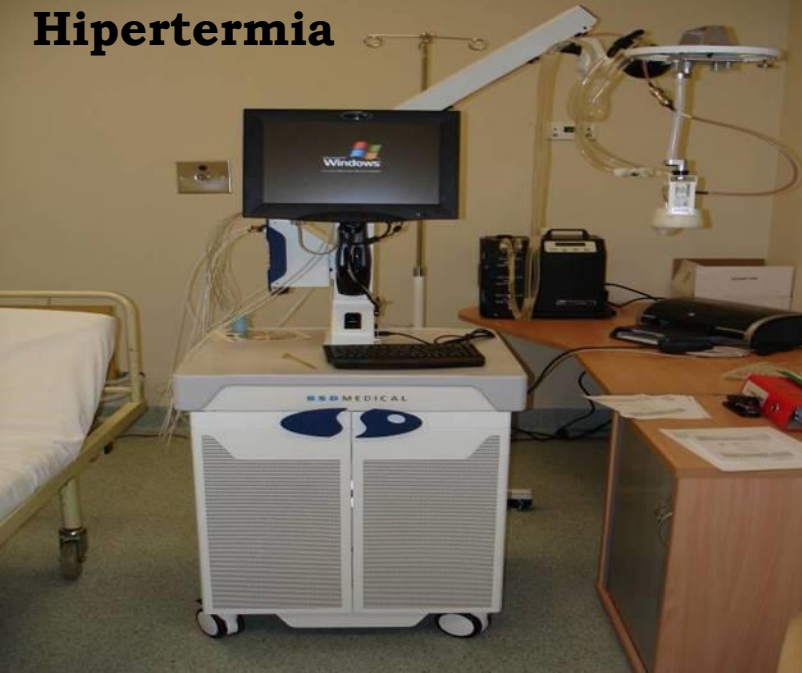


HDR, PDR

Sala zabiegowa



Hipertermia

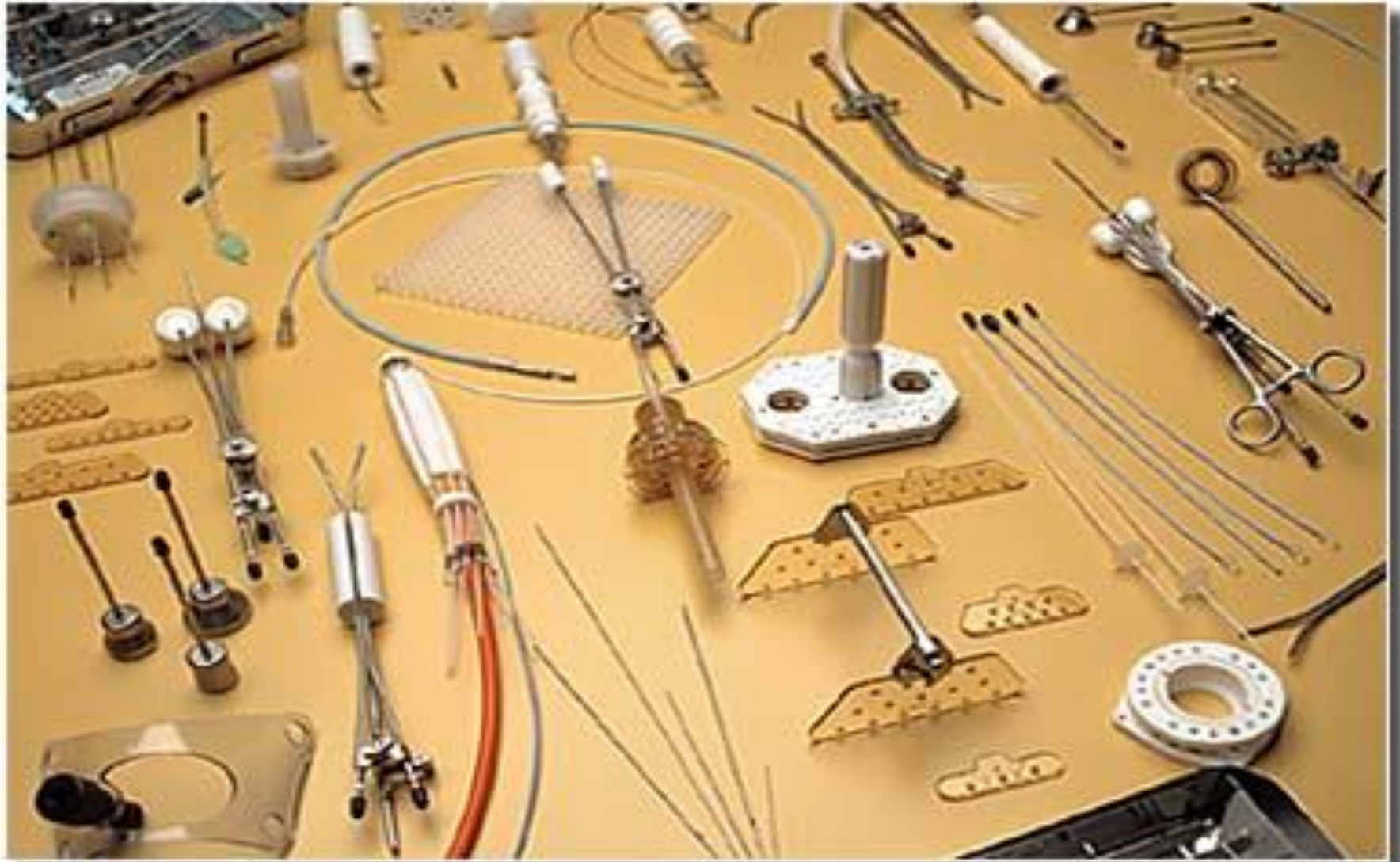


Simulix





Aplikatory



Metody brachyterapii:

Ze względu na **sposób umieszczenia izotopu** brachyterapię dzieli się na:

- Śródkankowa (**interstitial**)
- Śródjamowa
 - **intraluminal** – przełyk, oskrzele, drogi żółciowe
 - **intracavitary** – szyjka i trzon macicy
 - **endovascular** – wewnątrznaczyniowa
- Powierzchniowa (**superficial**)

!

Metody brachyterapii:

Ze względu na czas pozostawiania źródeł dzielimy brachyterapię na:

- stałą (permanentną)

jod ^{125}I - rak prostaty, guzy mózgu

palladium ^{103}Pd , cez ^{131}Cs - rak prostaty

jod ^{131}I - rak tarczycy

złoto ^{98}Au - rak pęcherza

- czasową (pozostałe – HDR, PDR, LDR)

Techniki brachyterapii:

3. Ze względu na aktywność źródła (moc dawki) brachyterapię dzieli się na:

~~3.1. LDR (Low Dose Rate) 1-2 mCi/cm (0,4 - 2 Gy /h)~~

3.1.1. **PDR** (Pulsed Dose Rate) 1 Ci/cm (0,5-1 Gy/h)

~~3.2. MDR (Medium Dose Rate) 100 mCi/cm (2-12 Gy/h)~~

3.3. **HDR** (High Dose Rate) 10 Ci/cm. (>12 Gy /h)

[Raport ICRU 38]

3.4. **ultra LDR** (stałe implanty) (0,01 – 0,3 Gy/h)

4. Ze względu na sposób aplikacji brachyterapię dzieli się na:

4.1. klasyczną, konwencjonalną (ręczny afterloading)

4.2. „remote afterloading”

Zastosowanie brachyterapii:

- nowotwory złośliwe
- **inne choroby:**
 - a/ układ krążenia - **naczynia** obwodowe (historia)
 - **naczynia** wieńcowe (historia)
 - b/ **keloid**, choroba Rendu – Oslera
 - c/ nadczynność **tarczycy** (I-131)
 - d/ **czernienica** prawdziwa, **trombocytoza** (P-32)
 - e/ choroby **gałki ocznej** – profilaktyka rozrostu naczyń po transplantacji rogówki, uzupełniająco po usunięciu pterygium (skrzydlika)
- nie stosuje się BT w przypadkach:
 - **chłoniaków**
 - **białaczek**
 - **czerniaka** (z wyjątkiem skojarzenia z hipertermią)



!

Zastosowanie brachyterapii:

- jako samodzielne leczenie **radykałne**
- część skojarzonego leczenia **radykałnego** razem z chirurgią i/lub teleradioterapią
- jako samodzielne leczenie **paliatywne**
- część skojarzonego leczenia **paliatywnego** razem z chirurgią i/lub teleradioterapią
- brachyterapia **ratunkowa**

BT jako metoda radykalna stosowana jest w leczeniu raka:

- ❖ **prostaty**
- ❖ **piersi**
- ❖ **skóry**
- ❖ **szyjki, trzonu macicy**
- ❖ **głowy i szyi (~50%)**



BT jako metoda paliatywna stosowana jest w leczeniu raka:

- ❖ **płuca**
- ❖ **przełyku**
- ❖ **dróg żółciowych**
- ❖ **głowy i szyi (~50%)**
- ❖ **odbytu**



Techniki Brachyterapii:

HDR ↑

PDR ↑

implanty stałe (ultra LDR) ↑

LDR ↓

MDR ↓

Kierunki rozwoju

- **Brachyterapia przy użyciu implantów stałych**
 - **Brachyterapia PDR ?**
 - **Planowanie 3-D, Image-guided**
 - **Brachyterapia śródoperacyjna**
- **Nowe techniki implantacji aplikatorów**
 - **Nowe aplikatory**
 - **Electronic brachytherapy**
- **Quality Assurance, Quality of Life**

Współczesne **METODY** brachyterapii opierają się na:

- ❖ stosowaniu metody automatycznego ładowania źródeł („afterloading”),
- ❖ na użyciu komputerowych systemów planowania leczenia,
- ❖ planowaniu trójwymiarowym (3D),
- ❖ zastosowaniu standardów obliczeń rozkładów dawek w obszarze leczonym i narządach krytycznych, w tym procedur optymalizacji
- ❖ na poprawie ochrony radiacyjnej personelu.

<http://www.wco.pl/zb/?m=7>

Wielkopolskie Centrum Onkologii

Zakład Brachyterapii

Strona główna | Kontakt



Zakład Brachyterapii

Tel. Kierownik: 061-8850818
Tel. Sekretariat: 061-8850817
Tel. Poradnia: 061-8850832
email: brachyterapia@wco.pl

Znajdujesz się w: [WCO](#) > [Zakład Brachyterapii](#) > [Informacje dla studentów](#)

- ◆ Szukaj
- ◆ Aktualności
- ◆ Opis Zakładu
- ◆ Struktura Zakładu
- ◆ Personel
- ◆ Plan zebrań naukowych
 - Zebrania Zakładu Brachyterapii
 - Wybrane Zjazdy, Seminaria, Kursy
- ◆ Publikacje naukowe
- ◆ Kierunki badań
- ◆ Przypadki kliniczne
- ◆ Informacje dla lekarzy
- ◆ Informacje dla studentów
- ◆ Informacje dla pacjentów
- ◆ Linki
- ◆ Kontakt
- ◆ Strona główna WCO



◆ Informacje dla studentów

Opis	Język	Rozmiar	Pobierz
Brachyterapia dla studentów Wydziału Lekarskiego - część kliniczna		13.890MB	
Brachyterapia dla studentów Wydziału Lekarskiego - wprowadzenie		1.473MB	
Treatment modalities based on pathologic diagnosis		7.980MB	
Propedeutyka Onkologii III rok - wykład z radioterapii dla studentów Wydziału Lekarskiego		21.016MB	
Brachyterapia - wykład z marca 2007		3.853MB	
About Brachytherapy - for English students		259.958KB	
About Brachytherapy - for English students		181.5KB	
Brachyterapia dla studentów Wydziału Nauk o Zdrowiu UM w Poznaniu		303.986KB	
Brachyterapia dla studentów Wydziału Lekarskiego UM w Poznaniu		231.5KB	
Brachyterapia dla studentów Wydziału Lekarskiego UM w Poznaniu		292.875KB	
Brachyterapia dla studentów Wydziału Nauk o Zdrowiu UM w Poznaniu		239KB	



Home

Journals

Books

eBooks

Events

Your cart

You are here: Home > Journals > Journal of Contemporary Brachytherapy > Current issue

Journal of Contemporary Brachytherapy

> Current Issue

> Archive

> Articles in Press

> Journal Information

- Aims and Scope
- Editorial Office
- Editorial Board
- Register as Author
- Register as Reviewer
- Instructions for Authors

> Subscription

> Advertising Information

> Links

Editorial System

[Submit your Manuscript](#)

> Now in Pubmed



> Now in PMC



Search

INDEX COPERNICUS
2011 VALUE
6,26

MNiSW value: 9

Journal of Contemporary Brachytherapy is indexed in:
PubMed/PubMed Central, SCOPUS, EMBASE/Excerpta Medica, DOAJ (Directory of Open Access Journals), ProQuest, Index Copernicus, Ministry of Science and Higher Education Index (MNiSW), Polish Medical Library (GBL)



Join us at Facebook! You will be in continuous touch with the journal!

[Submit your manuscript](#)

3/2013
vol. 5

the latest issue:

Original paper

Permanent prostate brachytherapy extracapsular radiation dose distributions: analysis of a multi-institutional database

Gregory S. Merrick, Wayne M. Butler, Peter Grimm, Mallory Morris, Jonathan H. Lief, Abbey Bennett, Ryan Fiano

J Contemp Brachytherapy 2013; 5, 3: 117–121

Online publish date: 2013-10-02

DOI (digital object identifier): 10.5114/jcb.2013.37941



Pictorial essay



Pictorial Essay
Penile cancer
brachytherapy HDR
mould technique used
at the Holycross
Cancer Center

www.jocb.eu



Dziękuję za uwagę