WSPÓŁCZESNA RADIOTERAPIA (RADIOONKOLOGIA) – LUDZIE I TECHNOLOGIA

Prof. Krzysztof Składowski

Kierownik I Kliniki Radioterapii i Chemioterapii

i

Dyrektor Oddziału Centrum Onkologii – Instytutu im. MSC w Gliwicach

Prezes Polskiego Towarzystwa Radioterapii Onkologicznej

Kliniczna istota radioterapii

- **Radioterapia** (RT) jest, z natury rzeczy, „zachowawczym leczeniem zabiegowym”. Przeciwnowotworowe działanie RT nie powoduje natychmiastowego ubytku komórkowego (jak przy wycięciu), co pozwala (do czasu) na zachowanie anatomicznych i fizjologicznych funkcji tkanek i narządów znajdujących się w napromienianej objętości organizmu i w otoczeniu lub w pobliżu dowolnie położonego guza (*target*).
- Promieniowrażliwe/promienioletalne komórki guza są zabijane (eliminowane) stopniowo, poprzez złożone procesy biologiczne zachodzące w czasie cyklu życiowego i polegające głównie na utracie zdolności do namnażania się (klonogenności) oraz dezintegracji (martwicy lub apoptozie).

Kliniczna istota radioterapii, cd.

- W tkankach zdrowych otaczających guz dochodzi do zapalenia popromiennego i resorbcji szczątków rozpadających się komórek.
- **Zapalenie popromienne** (ZP) jest procesem patologicznym trwającym kilka-kilkanaście-kilkadziesiąt tygodni, w czasie których martwy nowotwór jest resorbowany, a w jego miejscu powstaje blizna. Okres ZP przekracza czas RT, co oznacza, że jej skutki trwają jeszcze długo po zakończeniu leczenia.
- Toksyczność RT zależy od tego jak duża objętość zdrowej tkanki „uczestniczy w napromienianiu”, czyli absorbuje dawkę leczniczą.
- Frakcjonowanie = porcjowanie RT zmniejsza cytotoksyczność zdrowej tkanki. Istnieje prosta zależność pomiędzy objętością zdrowej tkanki poddanej RT, a ilością frakcji dawki leczącej.

Kliniczna istota radioterapii, cd.

- **Planowanie RT (PRT)** jest jej integralną i najważniejszą częścią. Dobry plan = dobre leczenie. Dobry = praco i czasochłonny (*time consuming*), bez presji pośpiechu (w odróżnieniu od chirurgii).
- **PRT** jest oparte na zobrazowaniu u pacjenta chorego regionu organizmu za pomocą technologii rekonstrukcji przestrzennych (TK, MR, PET). Tu „trenuje się personalnie i wirtualnie" RT w komputerowych systemach PRT (kilka mln PLN) integralnie związanych z aparatami terapeutycznymi (kilkanaście mln PLN).
- **Zabieg/i RT** jest/są, w istocie, odtwarzaniem (*play back*) zapisu PRT. Zmiany nowotworu i pacjenta zachodzące w trakcie leczenia są (z konieczności) ignorowane, i są uwzględniane w obrębie przyjętych założeń i marginesów leczenia.

Kliniczna istota radioterapii, cd.

- **Przyszłością RT** jest adaptacja PRT do istotnych zmian zachodzących w nowotworze i zdrowych tkankach w trakcie leczenia– *Adaptive Radiation Therapy* (ART). Futurystyczna wizja RT to codzienna korekta leczenia w oparciu o kompleksowe, obrazowe i laboratoryjne analizy tuż sprzed zabiegu ART.
- **Zabieg RT** jest względnie komfortowy (poza unieruchomieniem), bezbolesny, bezkrwawy, nie wymagający premedykacji pacjenta.
- **RT** jest wystandaryzowaną i monitorowaną metodą leczenia = wysoka obiektywność. Jej zdolność leczniczą i jakość można mierzyć i porównywać (dozymetria, dawki biologiczne).
- 1 Gy podany w Gliwicach = 1 Gy w Krakowie, Poznaniu, Nowym Jorku, Pekinie itd. Co innego operacja chirurgiczna…

Czym jest współczesna radioterapia onkologiczna?

WWW.IO.GLIWICE.PL

1. Jedną z trzech podstawowych, obok chirurgii i onkologii farmakologicznej, metod leczenia chorych na nowotwory złośliwe.
2. W pełni zautomatyzowanym zabiegiem dostarczenia w dowolne miejsce ciała pacjenta zaplanowanej dawki promieniowania w dowolnie pożądanej objętości (Target Volume) i dowolnie pożądanym czasie (od kilku minut do kilkunastu tygodni) = **Radioterapia Wysokiej Precyzji**,
3. Poprzedzonym precyzyjnym, wirtualnym planowaniem – czyli procesem realizowanym przez lekarza-radioonkologa i fizyka medycznego.

Co oznacza pojęcie radioterapia wysokiej precyzji?

WWW.IO.GLIWICE.PL

1. Dokładność topograficzną anatomicznej lokalizacji nowotworu osiągniętą za pomocą fuzji badań CT, MR, PET/CT i ich syntezy z badaniem lekarskim.

Co oznacza pojęcie radioterapia wysokiej precyzji?

WWW.IO.GLIWICE.PL

2. Anatomiczną dokład entracji radioterapii = podawania dawki pro guza i tkanek zdrowych.

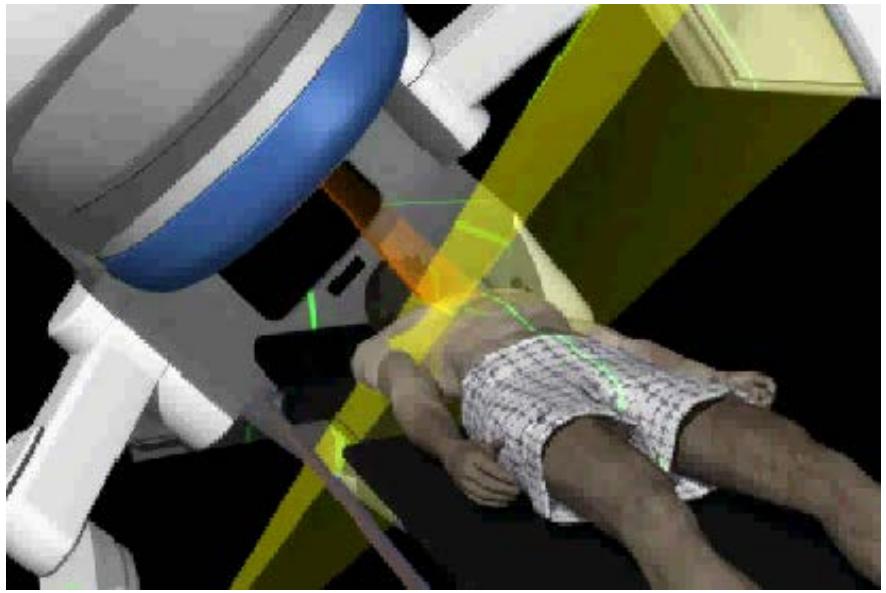
CENTRUM ONKOLOGII – INSTYTUT
IM. MARII SKŁODOWSKIEJ-CURIE
ODDZIAŁ W GLIWICACH

POLSKIE
TOWARZYSTWO
RADIOTERAPII
ONKOLOGICZNEJ

Co oznacza pojęcie radioterapia wysokiej precyzji?

WWW.IO.GLIWICE.PL

3. Dokładność geometryczną odtwarzania zabiegów radioterapii = wierność powtórzeń rozkładu dawki leczącej w stosunku do guza i tkanek zdrowych.



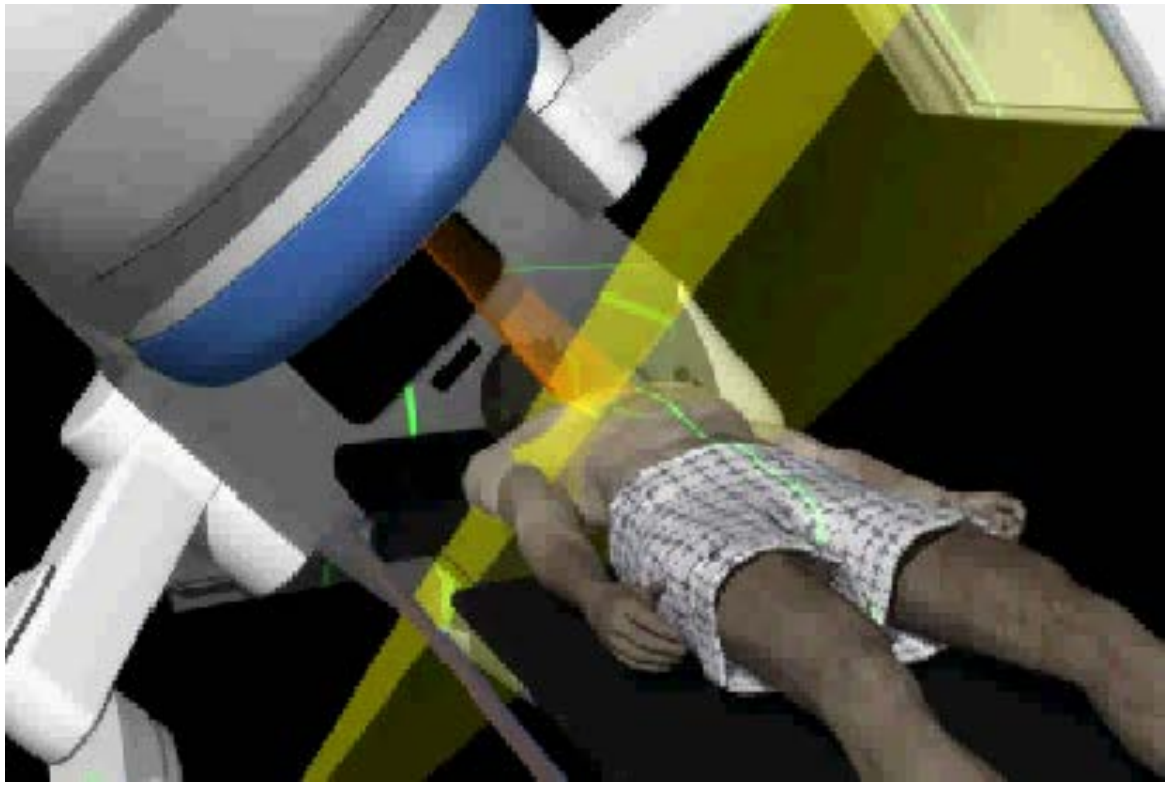
Co oznacza pojęcie radioterapia wysokiej precyzji?

WWW.IO.GLIWICE.PL

CENTRUM ONKOLOGII – INSTYTUT
IM. MARII SKŁODOWSKIEJ-CURIE
ODDZIAŁ W GLIWICACH

POLSKIE
TOWARZYSTWO
RADIOTERAPII
ONKOLOGICZNEJ

Co oznacza pojęcie radioterapia wysokiej precyzji?



WWW.IO.GLIWICE.PL

CENTRUM ONKOLOGII – INSTYTUT
IM. MARII SKŁODOWSKIEJ-CURIE
ODDZIAŁ W GLIWICACH

POLSKIE
TOWARZYSTWO
RADIOTERAPII
ONKOLOGICZNEJ

Co oznacza pojęcie radioterapia wysokiej precyzji?

WWW.IO.GLIWICE.PL

1. Dokładność topograficzną anatomicznego umiejscowienia nowotworu za pomocą fuzji badań CT, MR, PET/CT i ich syntezy z badaniem lekarskim.
2. Dokładność i dowolność anatomiczną koncentracji leczenia = dawki promieniowania w stosunku do guza i tkanek zdrowych.
3. Dokładność geometryczną odtwarzania zabiegu radioterapii = rozkładu dawki frakcyjnej w stosunku do guza i tkanek zdrowych.
4. Dziś w praktyce oznacza to użycie technik IMRT (VMAT, TOMORT), IGRT, SRT (CyberSART…), Protonów, czyli tzw. RT wysokiego gradientu dawki.

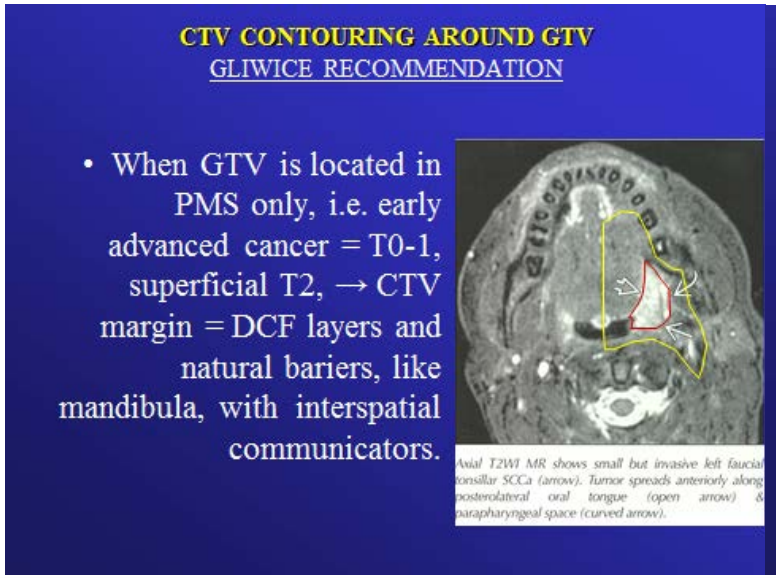
CENTRUM ONKOLOGII – INSTYTUT
IM. MARII SKŁODOWSKIEJ-CURIE
ODDZIAŁ W GLIWICACH

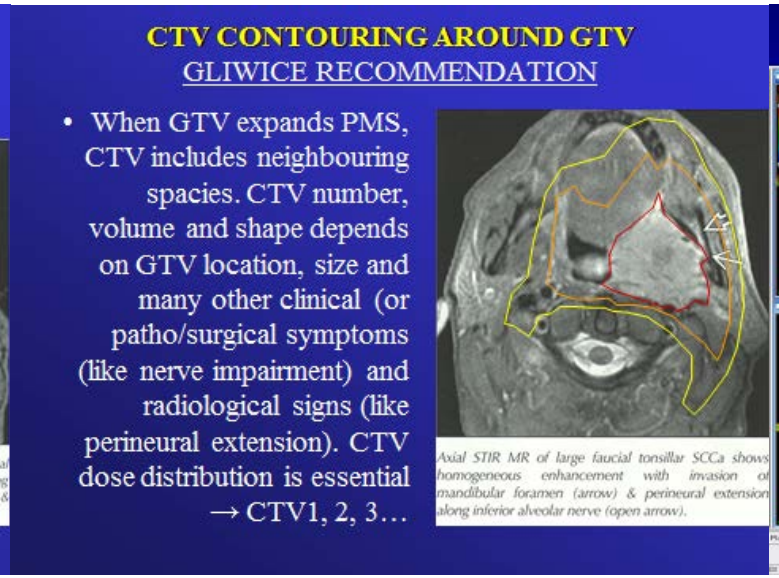
POLSKIE
TOWARZYSTWO
RADIOTERAPII
ONKOLOGICZNEJ

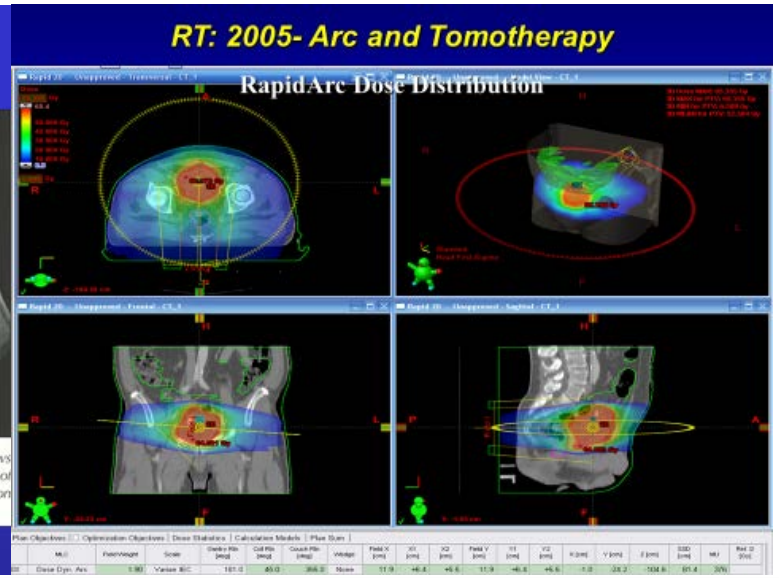
Obrazowanie HD jako podstawa RT wysokiej precyzji

WWW.IO.GLIWICE.PL

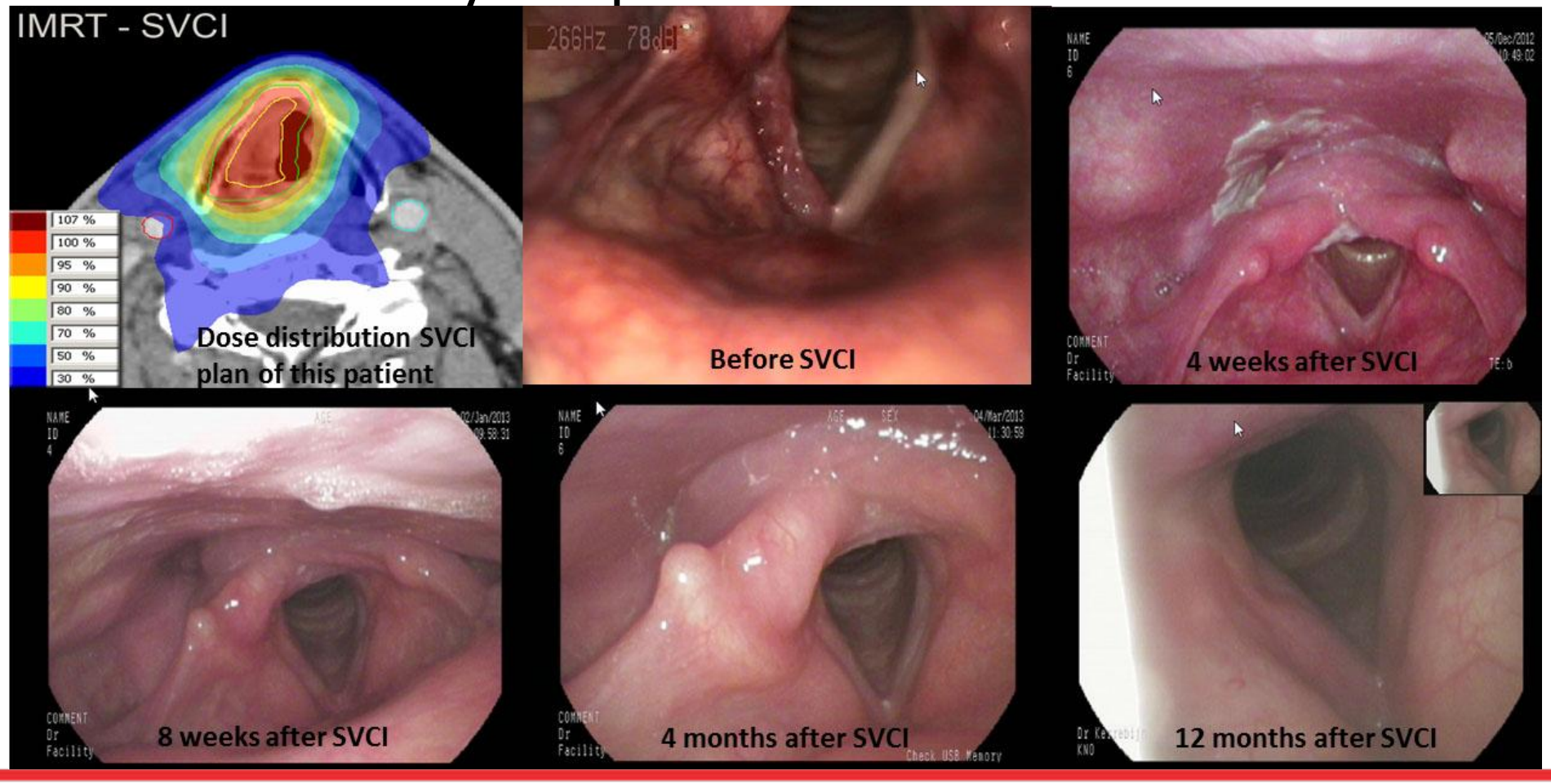
- TK jest podstawowym obrazem do planowania RT. Fuzja TK z MR i PET jest zalecana w celu zwiększenia precyzji rozpoznawania struktur zawierających raka, ich kształtu i wielkości, czyli celów do podania dawki leczniczej.







Larynx preservation RT



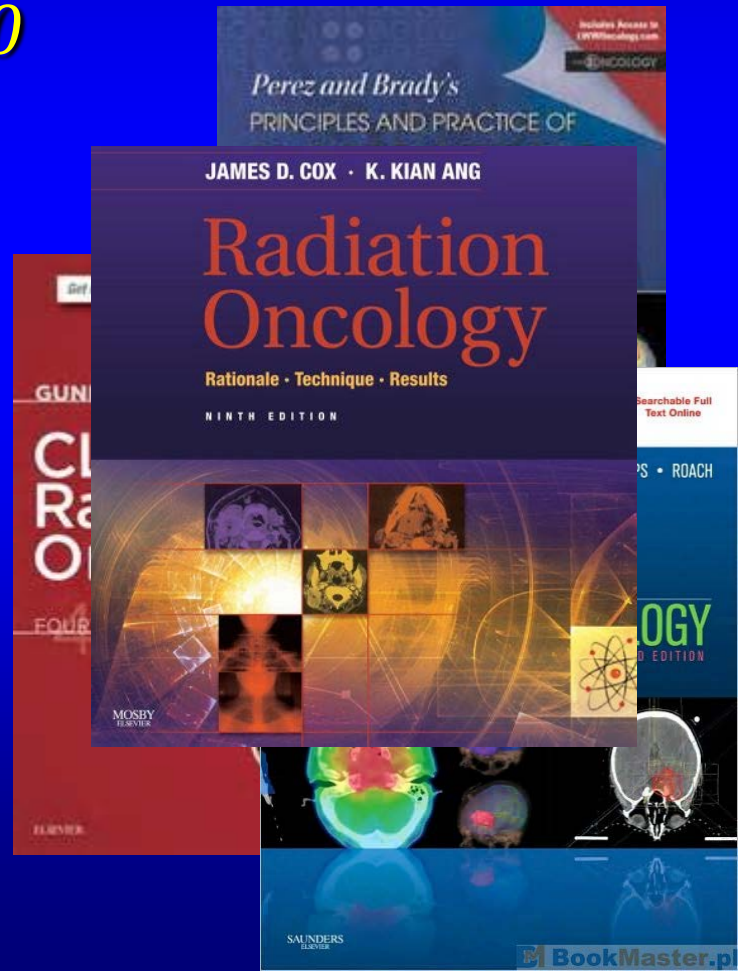
WWW.IO.GLIWICE.PL

CENTRUM ONKOLOGII – INSTYTUT
IM. MARII SKŁODOWSKIEJ-CURIE
ODDZIAŁ W GLIWICACH

POLSKA w światowej RT na podstawie liczby cytowań w:

„Principless and Practice of Radiation Oncology”, wyd 6., 2013;
„Clinical Radiation Oncology”, wyd. 4., 2016
„Leibel and Phillips Textbook of Radiation Oncology”, wyd. 3., 2010
„Radiation Oncology”, wyd. 9., 2010

1. Barbara Jereczek-Fossa (Mediolan) – 107, 82, 0, 0 = **189**
2. Mary Gospodarowicz (Toronto) – 21, 22, 5, 9 = **57**
3. Bogusław Maciejewski (Gliwice) – 24, 8, 6, 7 = **45**
4. Maria Werner-Wąsik (Filadelfia) – 27, 12, 0, 2 = **41**
5. Andrzej Niemierko (Boston) – 17, 15, 3, 2 = **37**
6. Lucyna Kępka (Warszawa) – 6, 6, 0, 2 = **14**
7. Krzysztof Bujko (Warszawa) - 3, 6, 2, 3 = **14**
8. Krzysztof Składowski (Gliwice) - 6, 2, 0, 0 = **8**
9. Janusz Skowronek (Poznań) – 5, 0, 2, 0 = **7**



Bogusław Maciejewski 1989

„Principless and Practice of Radiation Oncology”, wyd 6., 2013;

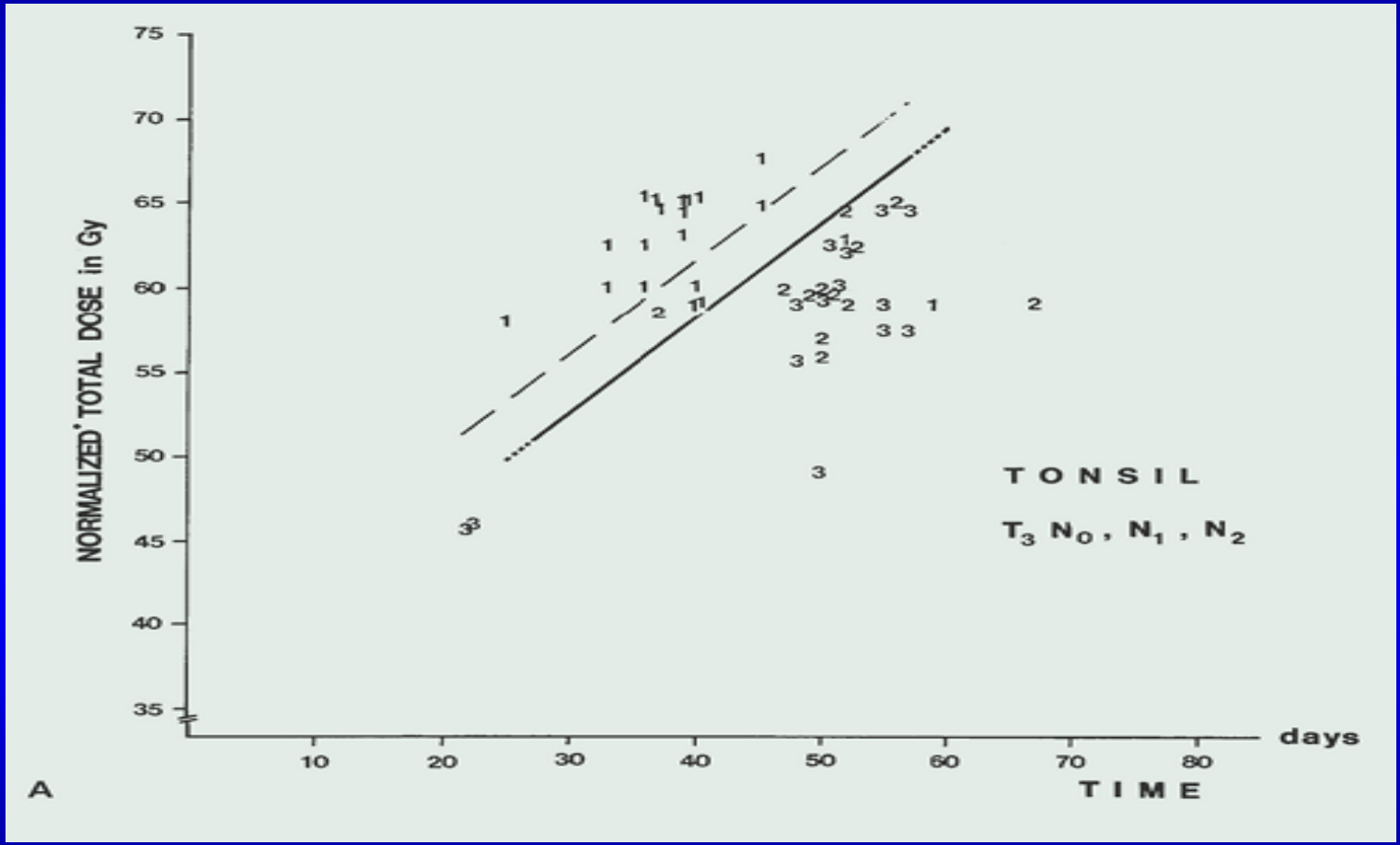


Figure 2.6 A: Scattergram with TCD50 and TCD90 (tumor control dose) curves for 3-year local control of SCC of the tonsil (1, local control; 2, recurrence; 3, persistence of detectable disease). For a given total dose, local control decreased with protraction of overall treatment time. For a given overall time, local control improved with increase in dose. The total doses were normalized to be equivalent to the total dose in 2.5-Gy fractions using the LQ isoeffect curve.

Krzysztof Składowski 1994

„Principless and Practice of Radiation Oncology”, wyd 6., 2013;

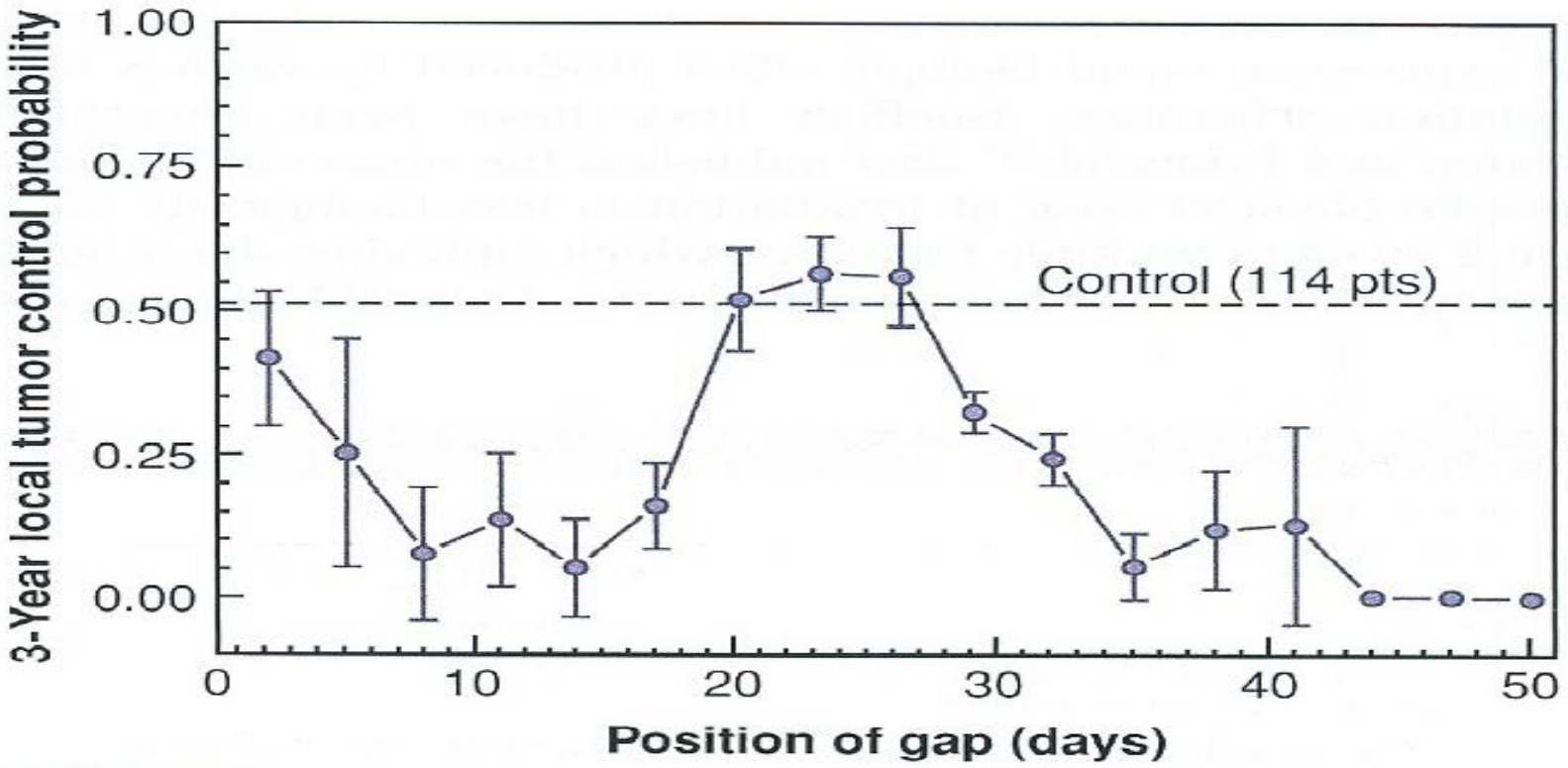


FIGURE 1.17. Dependence of tumor control probability (TCP) on the position of a single treatment gap in 533 patients. Gap duration ranged from 3 to 20 days. Position of a gap is defined by its starting point. Each point shows the TCP averaged over 3 consecutive days (± SD). (From Skladowski K, Law MG, Maciejewski B, et al. Planned and unplanned gaps in radiotherapy: The importance of gap position and gap duration. *Radiother Oncol* 1994;30:109–120.)

Maria Skłodowska-Curie Memorial Cancer Center and Institute of Oncology Gliwice Branch

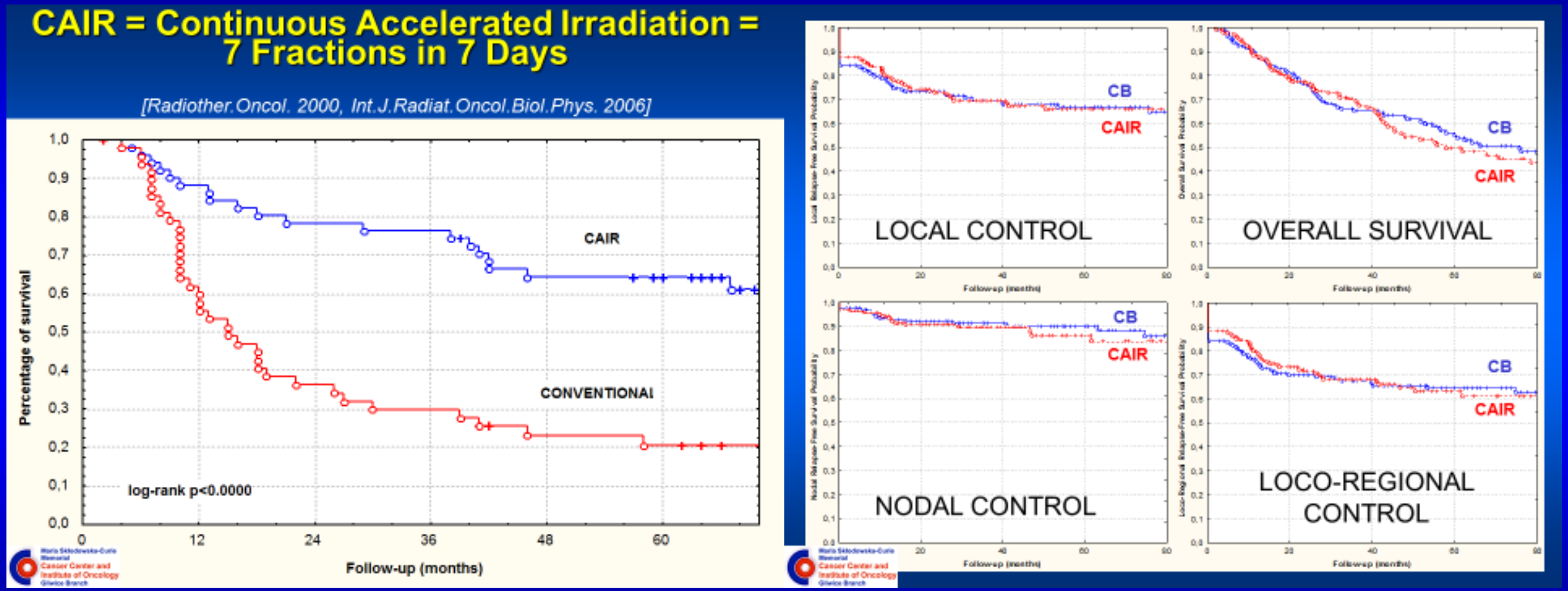
GLIWICE FRACTIONATION SCHEMES

Fractionation	Fraction dose	Total Dose	Number of Fractions	Overall Time
CAIR	1.8Gy	66.6 – 72Gy	37 – 40	37 - 40
CB	1.8Gy	66.6 – 72Gy	37 - 40	37 – 40

CAIR: 1.8Gy daily, every 24 hours = continuous accelerated irradiation

CB: 1.8Gy daily, 3 days-a-week plus 1.8Gy bidaily every Tuesday and Friday = accelerated irradiation with concomitant boost

CAIR GLIWICE 2000, 2008



Results of those trials revealed that with accelerated radiation regimens, the overall duration of radiotherapy is the major determining factor of tumor control rather than variations in the spacing of fractions within the course of radiotherapy. An average dose accumulation of about 12 Gy per week is tolerable and yields better LRC and OS than 10 Gy per week.

POLSCY NASTĘPCY MARII SKŁODOWSKIEJ-CURIE W RADIOONKOLOGII

RAPORT 2015:

554 Specjalistów Radioterapii

186 lekarzy w trakcie specjalizacji

397 fizyków medycznych

124 fizyków w trakcie specjalizacji

1010 techników radioterapii

CD:

154 akceleratory liniowe

3 CyberKnife

2 Gamma-Knife

3 gantry Protonów

54 aparaty brachyterapii HDR, PDR, LDR

6 aparatów rtg do IORT