



Protonová radioterapie

Vítek P.

**Proton Therapy Center Czech
Prague, Czech republic**





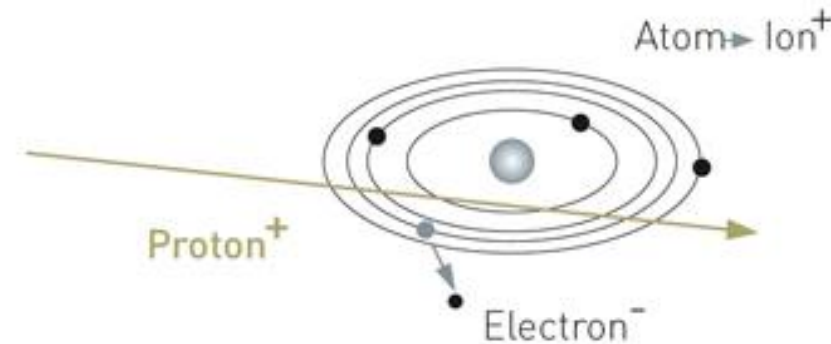
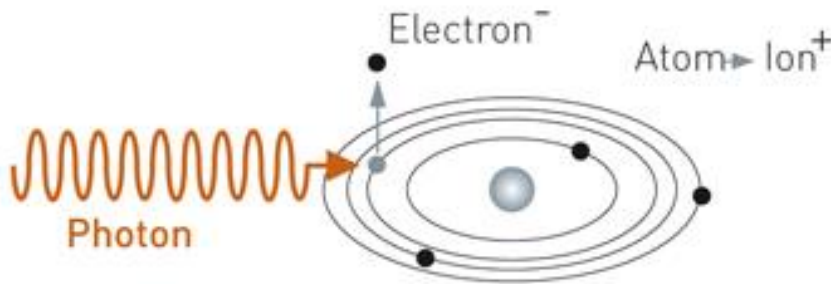
Protonová radioterapie (PRT)

- **Benefit?**
(translace fyzikální výhody do výhody klinické)
- **Léčená onemocnění**
- **Ekonomický aspekt (vyplatí se to?)**



Biologické konsekvence protonové vers. fotonové záření – stejné!

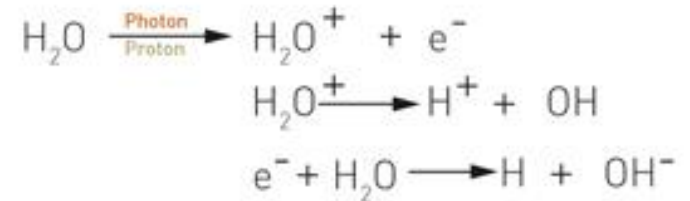
PHYSICAL EFFECTS



ALTERNATIVE

BIOLOGICAL EFFECTS

Formation of radicals
within
the cytoplasm



Damage to DNA

Biological effects on all cells

IDENTICAL



1954: John Lawrence treats first patients at Berkeley



Benefity PRT

- **Primárně dozimetrické (dávkové rozložení)**
- **Sekundární výhody**
 - dávková eskalace
 - frakcionace

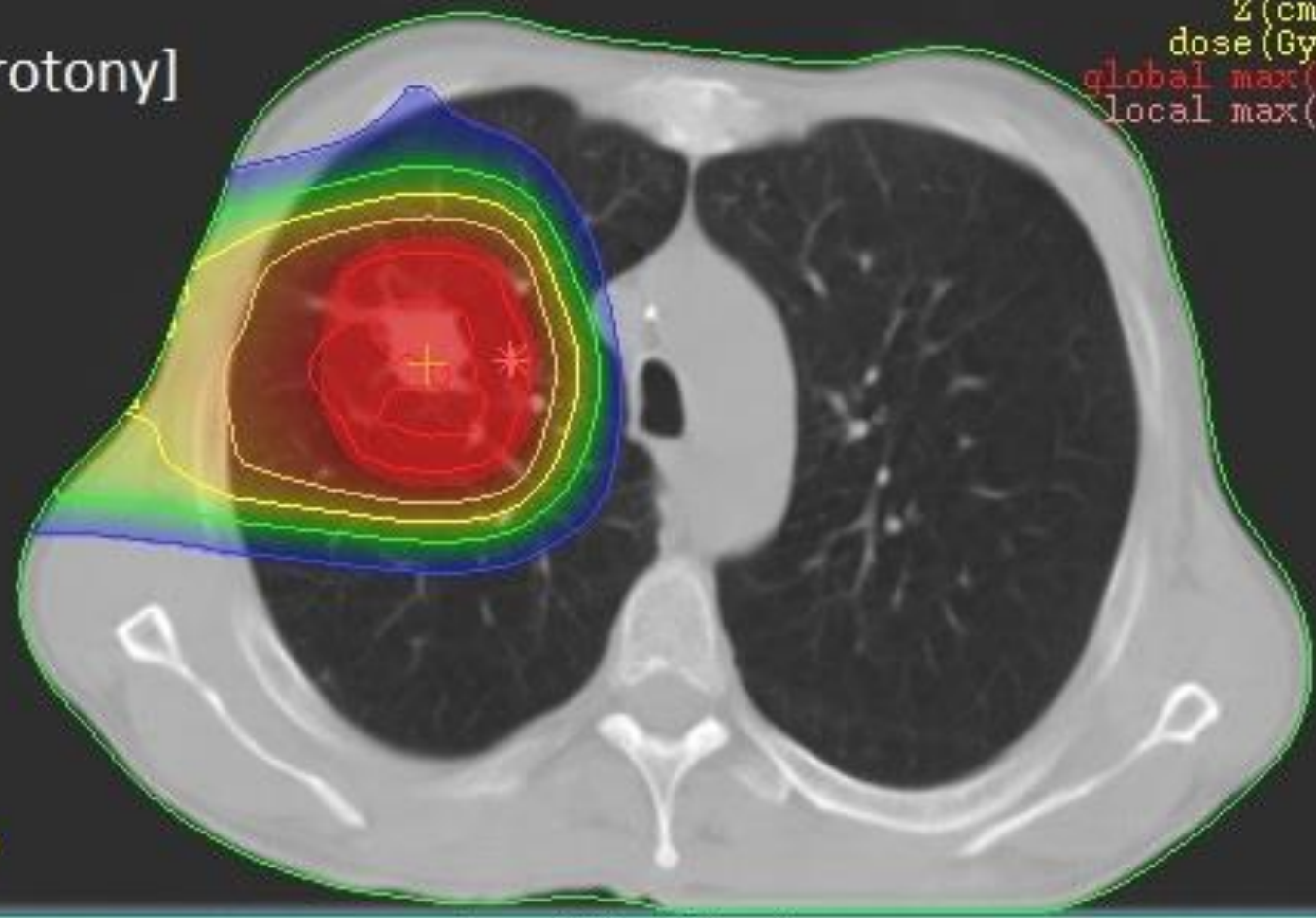


Norm:Dose(48.000 Gy = 100%)

ref pnt X(cm) : -5.27
Y(cm) : -22.95
Z(cm) : 2.84
dose(Gy) : 47.983
global max(Gy) : 49.928
local max(Gy) : 49.750

IMPT [protony]

Isovalues (%)
100.0
77.5
55.0
32.5
10.0



IMPT

T: -22.95(cm)

Scale=1: 2.98

PROTON
THERAPY
CENTER



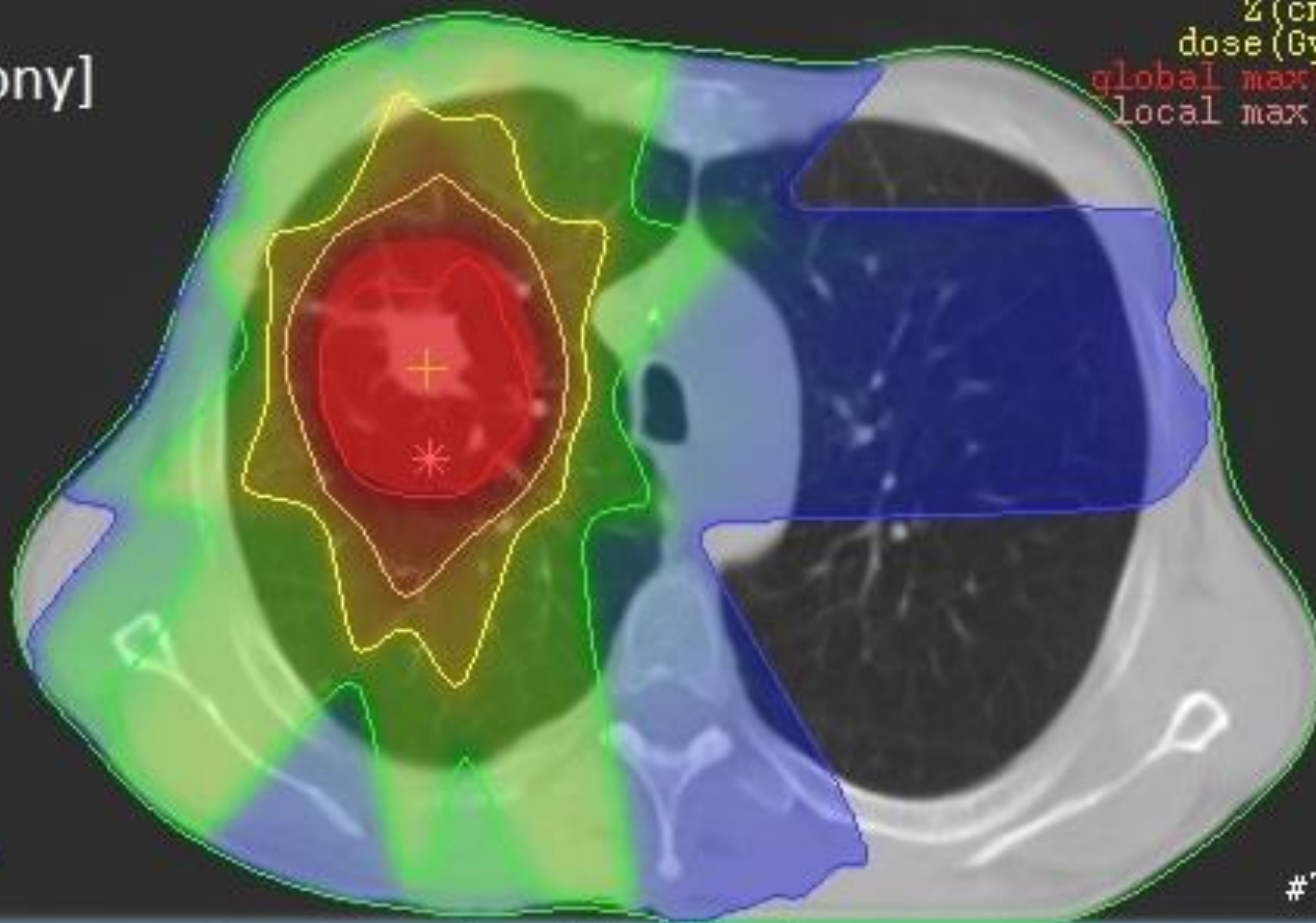
Norm:Dose(48.000 Gy = 100%)

ref pnt X(cm) : -5.27
Y(cm) : -22.95
Z(cm) : 2.84
dose(Gy) : 48.519
global max(Gy) : 49.863
local max(Gy) : 49.334

3D [fotony]

Isovalues (%)

100 0
77.5
55.0
32.5
10 0



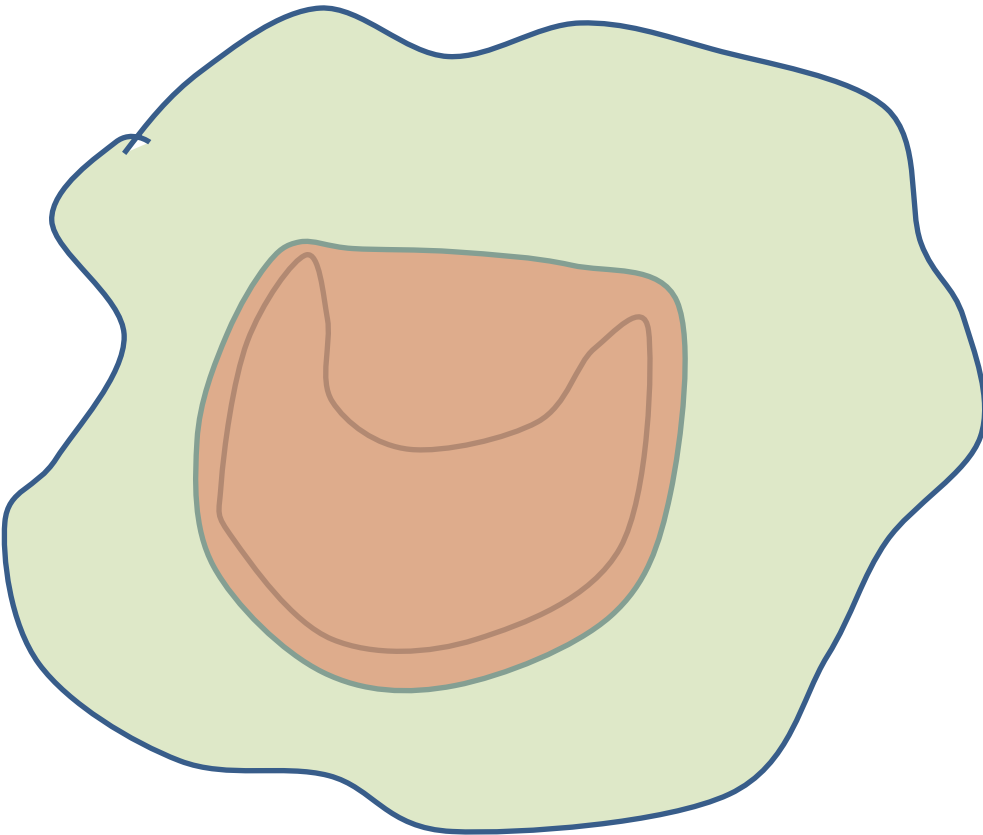
#755:3D5poli

PROTON
THERAPY
CENTER

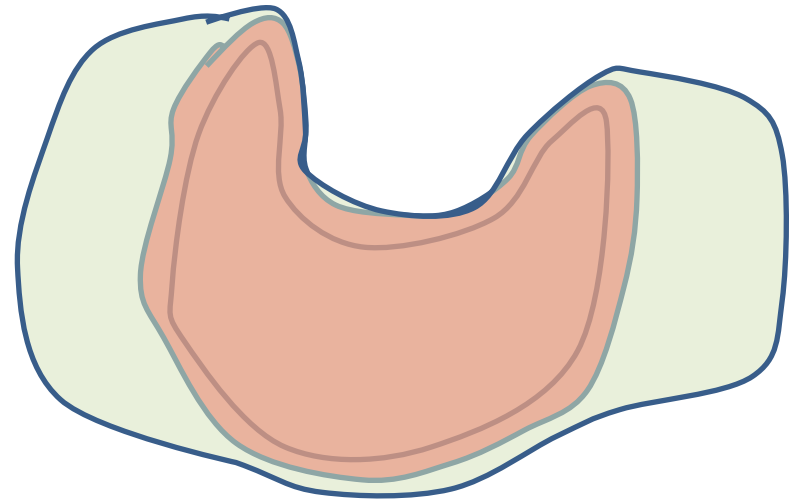


Konkavity

IMRT



IMPT





Indikace k protonové radioterapii? Kdy?

- Signifikantní dozimetrická výhoda

Translace výhody do poměru „bezpečnost/účinnost“!

- Uplatnění sekundárních výhod (je-li indikované)

- *Doporučení PTCOG (dostatečná klinická data)*

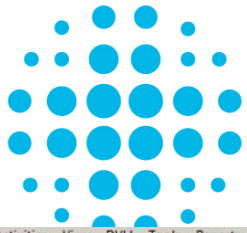
(Particle Therapy Co-Operative Group)



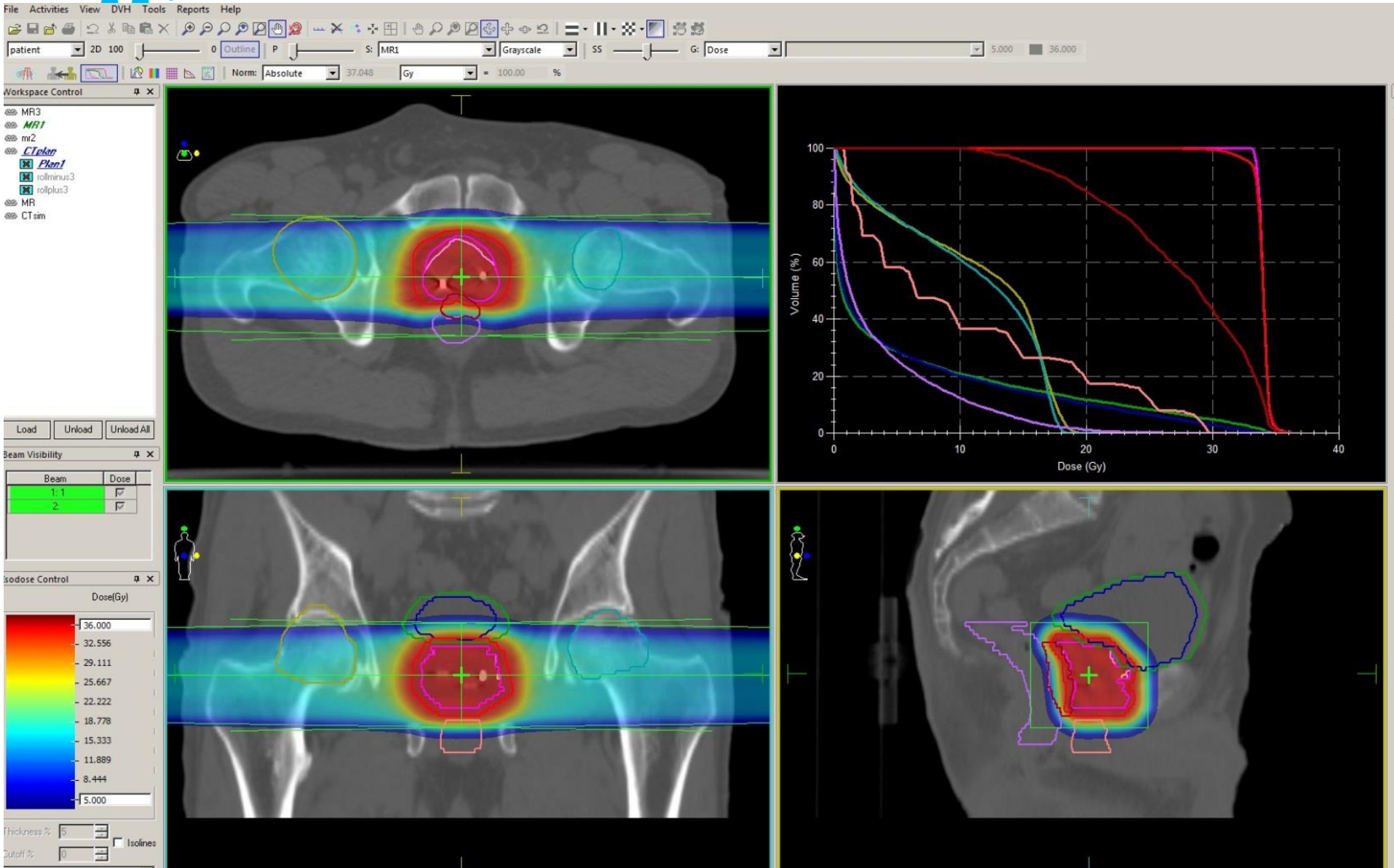
PRT - aplikace

- Nádory prostaty
- Nádory centrálního nervového systému
- Nádorová onemocnění v pediatrii
- Nádory ORL oblasti
- Maligní lymfomy
- Některá nádorová onemocnění zažívacího traktu
- Nádory plic

- A další

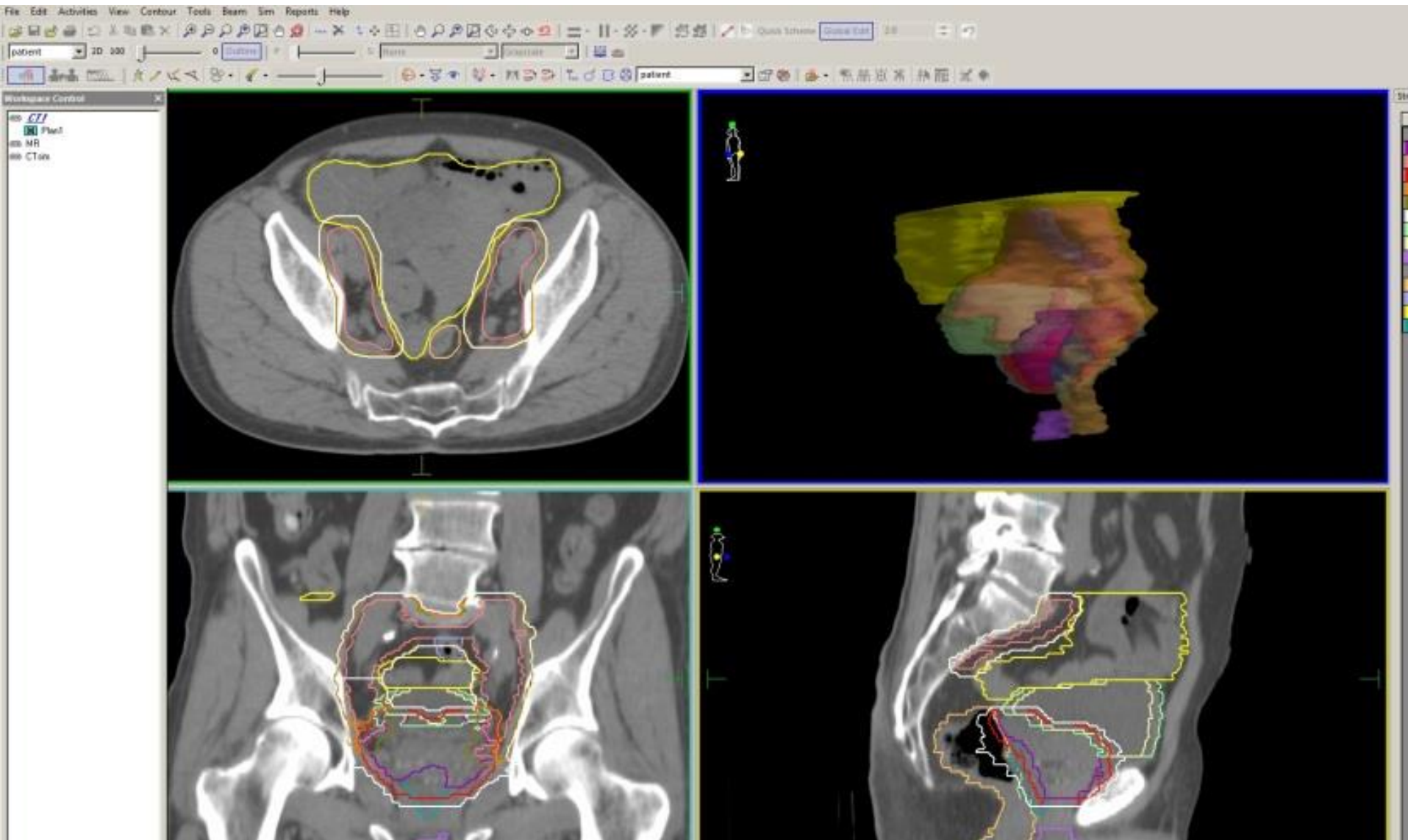


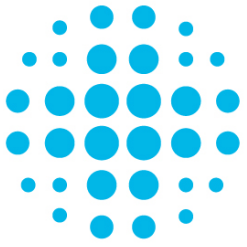
Ozařování prostaty



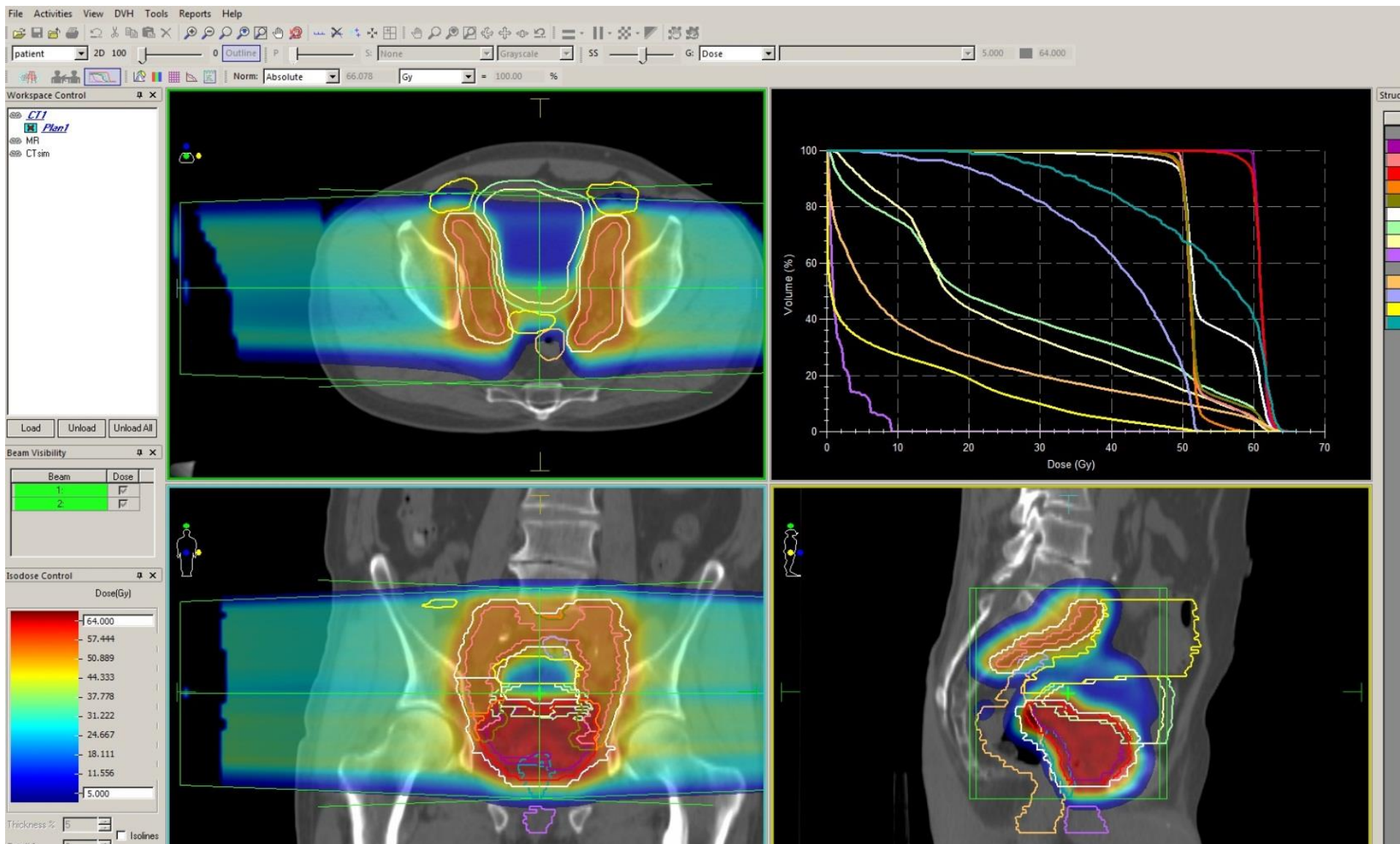


Ozařování prostaty a mízních uzlin





Ozařování prostaty a mízních uzlin





PRT - nádory prostaty

- **Má dávkové rozložení význam pro léčebný efekt??**
- **Ano, má méně nežádoucích efektů**
- **Ano, umožňuje dávkovou eskalaci**



Výsledky PTC Praha

Ozáření prostaty 5x7,25 CGE

- n = 64
- Akutní toxicita
 - GI – gr. 0 = 85%; gr. 1 = 12%; gr. 2 = 3%
 - GU – gr. 0 = 41%; gr. 1 = 46%; gr. 2 = 13%
- PSA relaps – **0**
- Pozdní toxicita – slabé krvácení z rektu < 5%
- Erektální funkce zachovány u všech pacientů



Výsledky PTC Praha

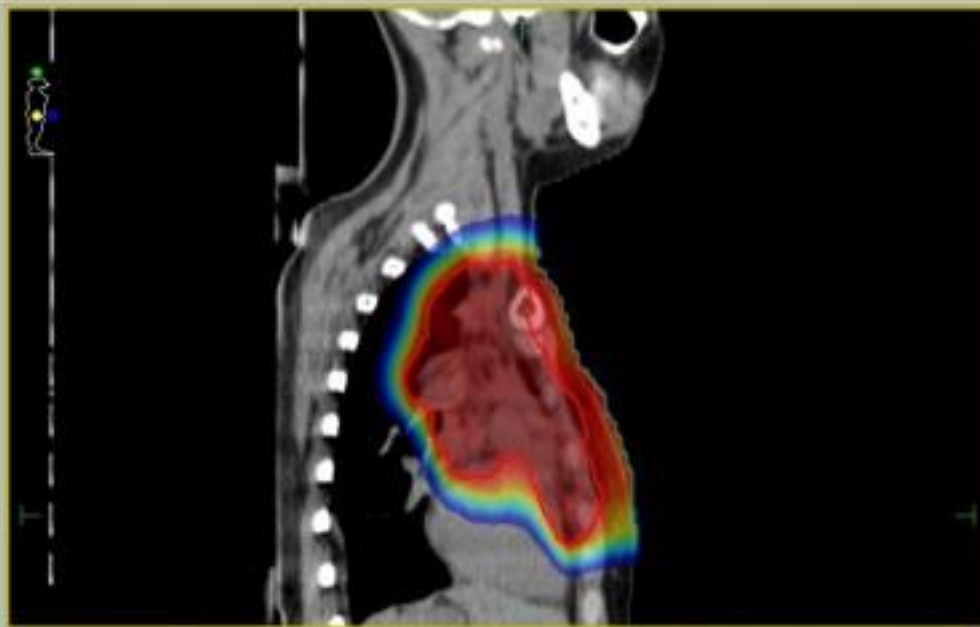
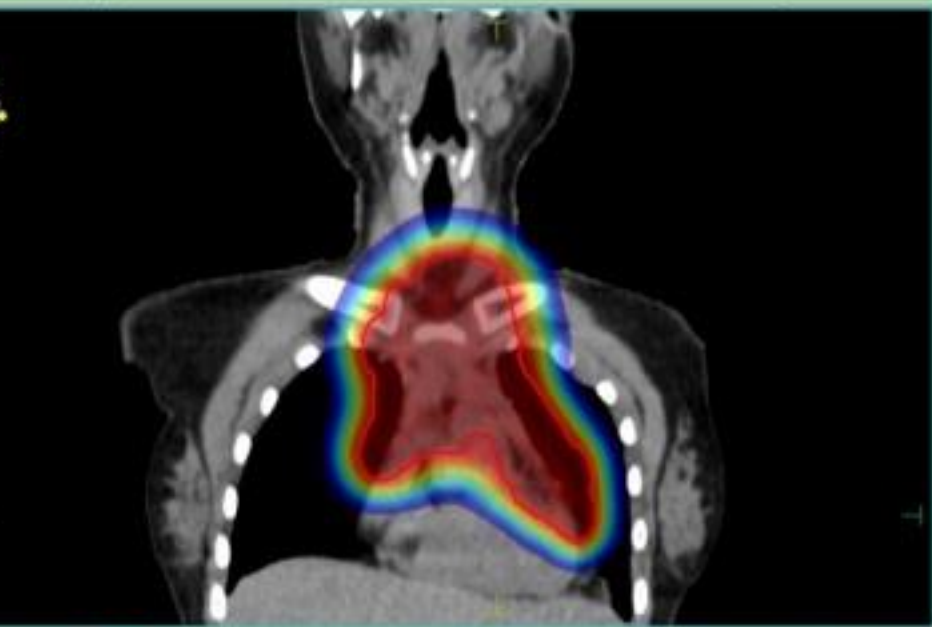
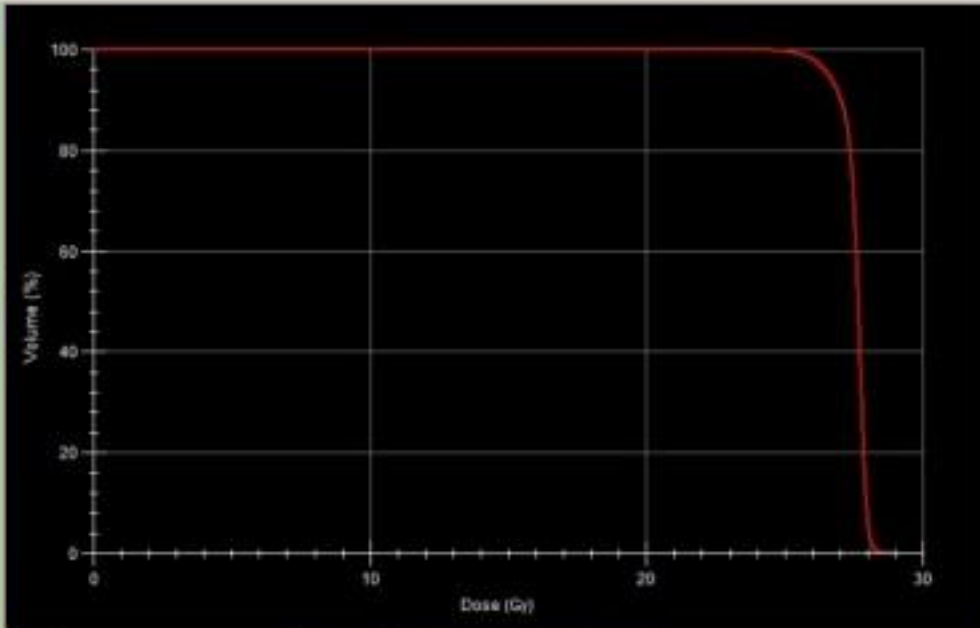
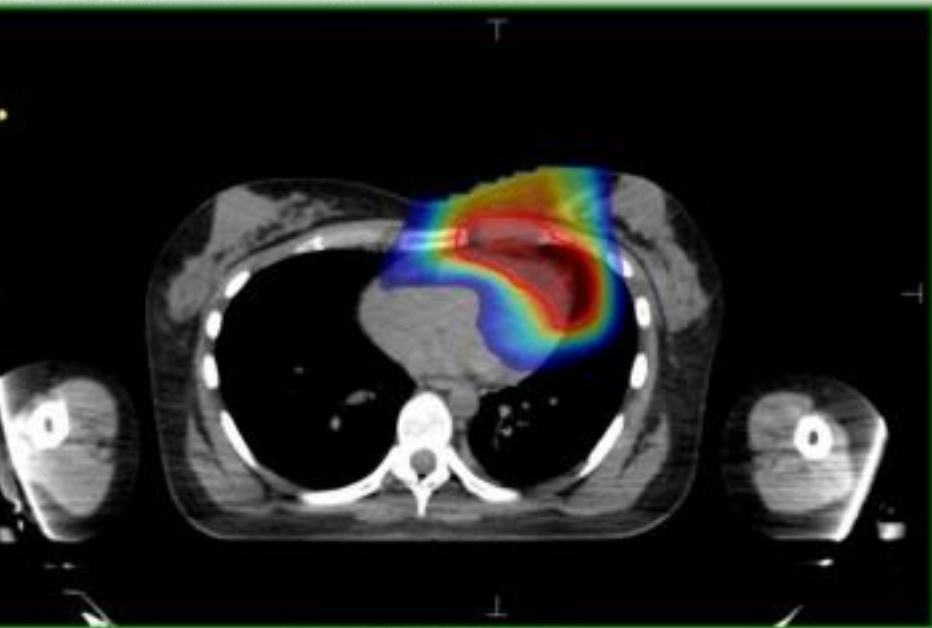
Maligní lymfomy

- **n =19**
- **Ozáření mezihrudí, (identifikace objemu pomocí PET)**
- **Dávky (20-36 CGE)**
- **Toxicita: Minimální – do 1. st.**
- **Efekty: Žádný „in-field“ relaps**
- **1x úmrtí po infekci CMV**

Vhodná indikace PRT:

Redukce dávek – myokard, chlopně, koronární tepny, jícen, mícha, plíce, prsa

Nutná eliminace dýchacích pohybů





Nádory hlavy a krku (ORL oblasti)

Patel et al.

Charged particle therapy versus photon therapy for paranasal sinus and nasal cavity malignant diseases: a systematic review and meta-analysis

Lancet Oncol. 2014; 15:1027-38

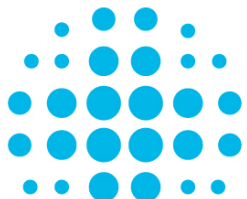
PRT vers. IMRT (fotonová radioterapie)

5-leté přežívání bez zn. onemocnění – delší u PRT

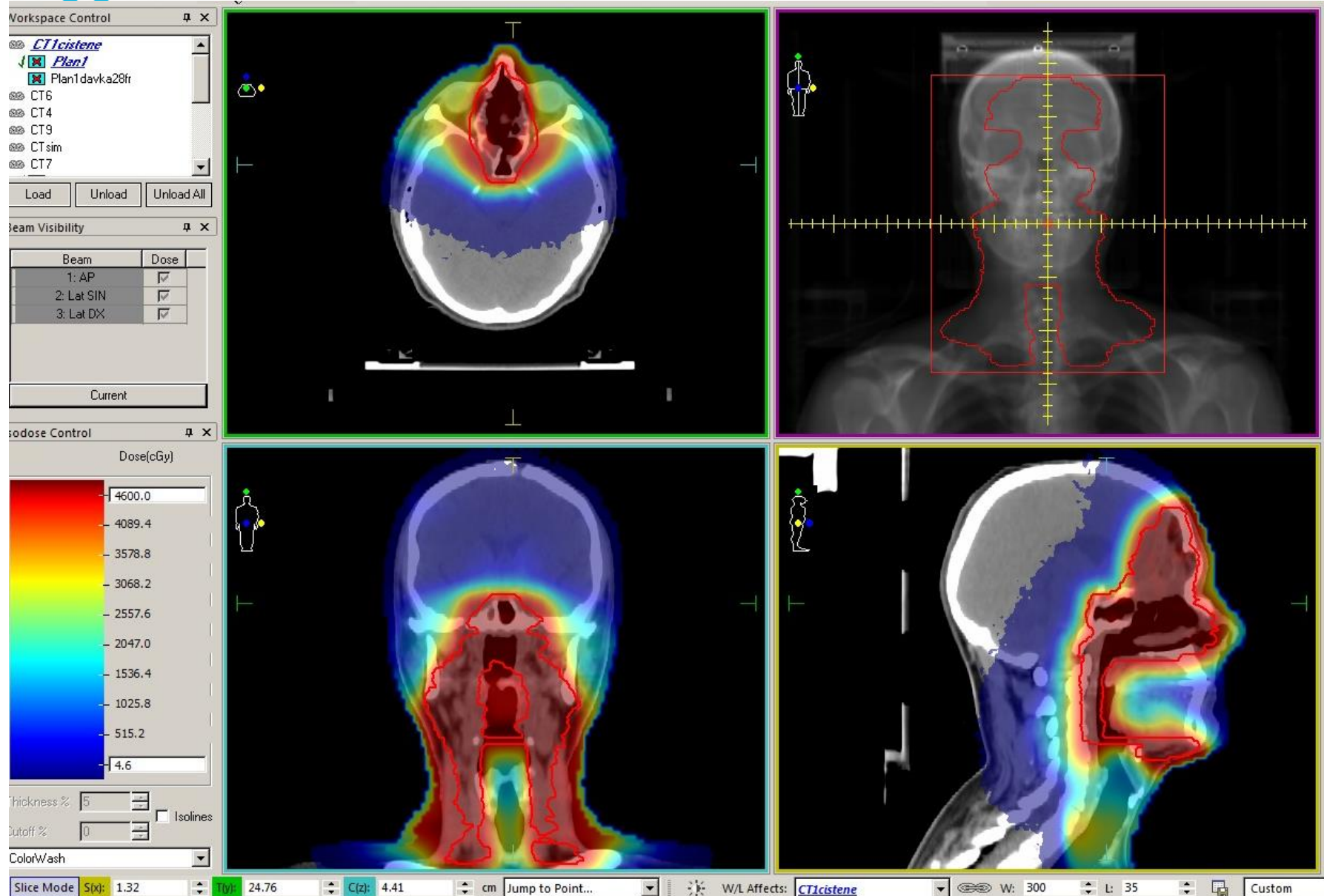
(HR 1,44 95% CI 1,01-2,05 $p=0,045$)

5-leté přežívání bez lokálního relapsu – delší u PRT

(HR 1,26 95% CI 1,05-1,51 $p=0,011$)

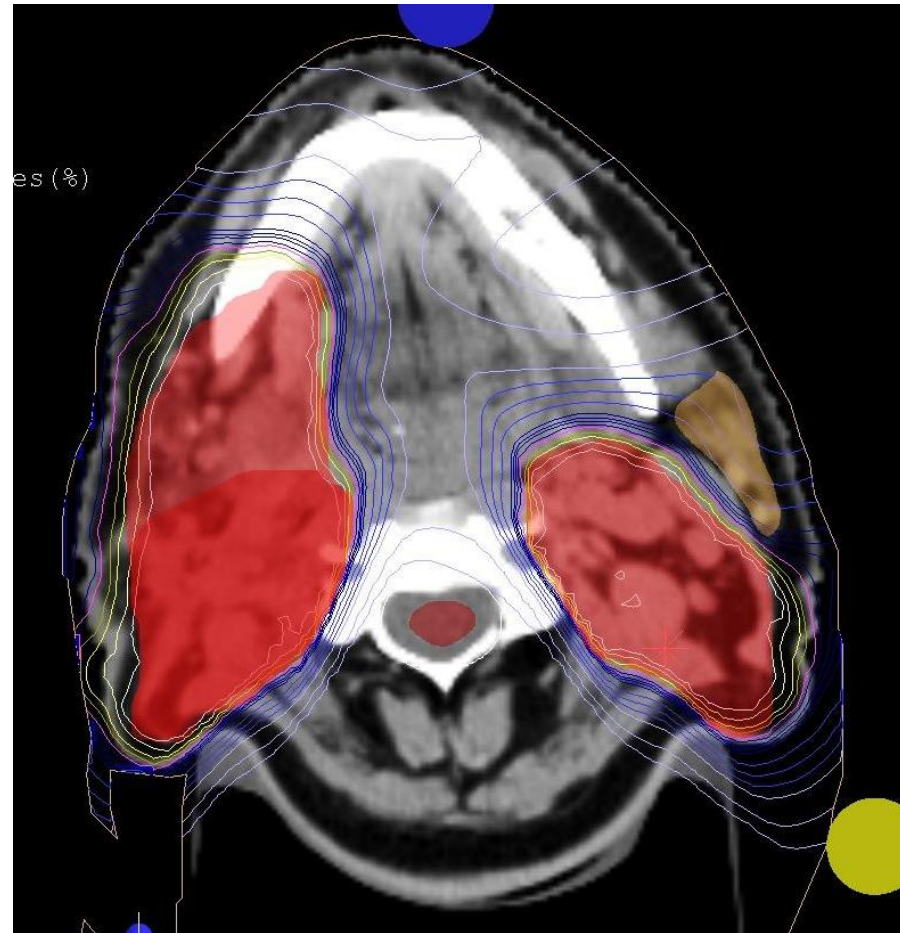
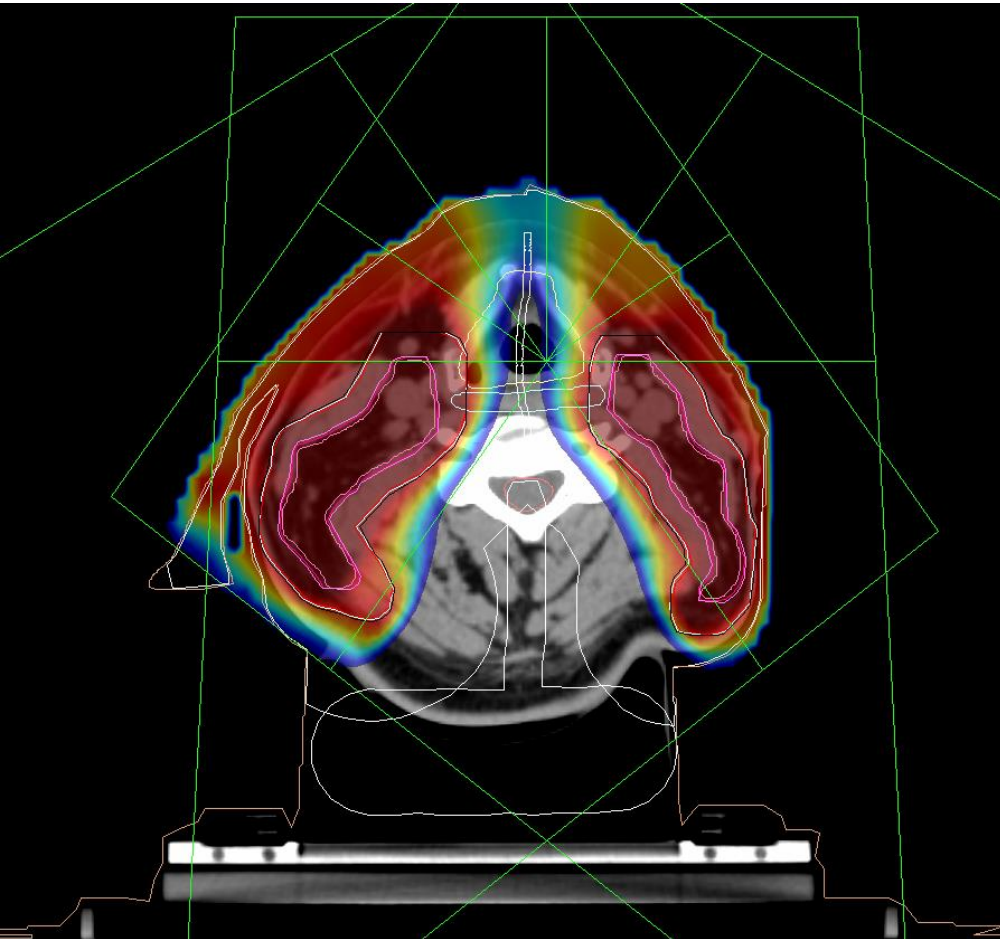


Nádory nosních dutin





Konkavita cílového objemu u nádorů ORL oblasti





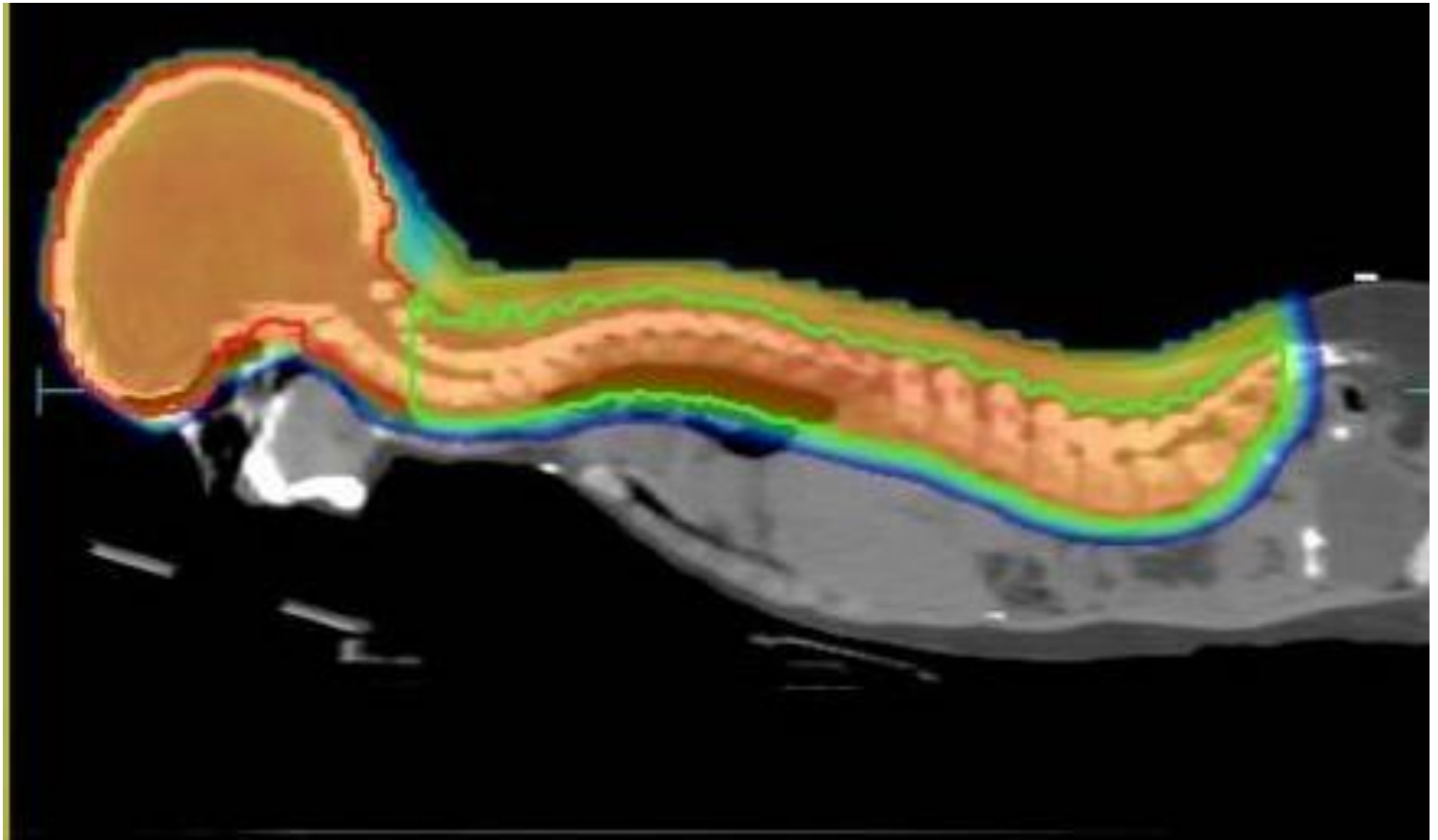
Nádorová onemocnění v pediatrii dostatečné podklady

- Greenberger BA, et al., (MGH Boston)
[Clinical outcomes and late endocrine, neurocognitive, and visual profiles of **proton** radiation for **pediatric** low-grade gliomas.](#)
Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2014 Aug 1;89(5):1060-8. **Efficacy and safety evident**
- Moteabbed M, et al., (MGH Boston)
[The risk of radiation-induced second cancers in the high to medium dose region: a comparison between passive and scanned **proton** therapy, IMRT and VMAT for **pediatric** patients with brain tumors.](#)
Phys Med Biol. 2014 Jun 21;59(12):2883-99. **Lower risk of secondary malignancies after PT compared to IMRT**
- Yock TI, et al., (MGH Boston)
[Quality of life outcomes in **proton** and photon treated pediatric **brain tumor** survivors.](#)
Radiother Oncol. 2014 Oct;113(1):89-94 **Better QOL for PRT**
- Mailhot Vega RB, et al. (Washington University, St. Louis)
[Cost effectiveness of **proton** therapy compared with photon therapy in the management of **pediatric** medulloblastoma.](#)
Cancer. 2013 Dec 15;119(24):4299-307. **PRT is „cost-effective“**

PROTON
THERAPY



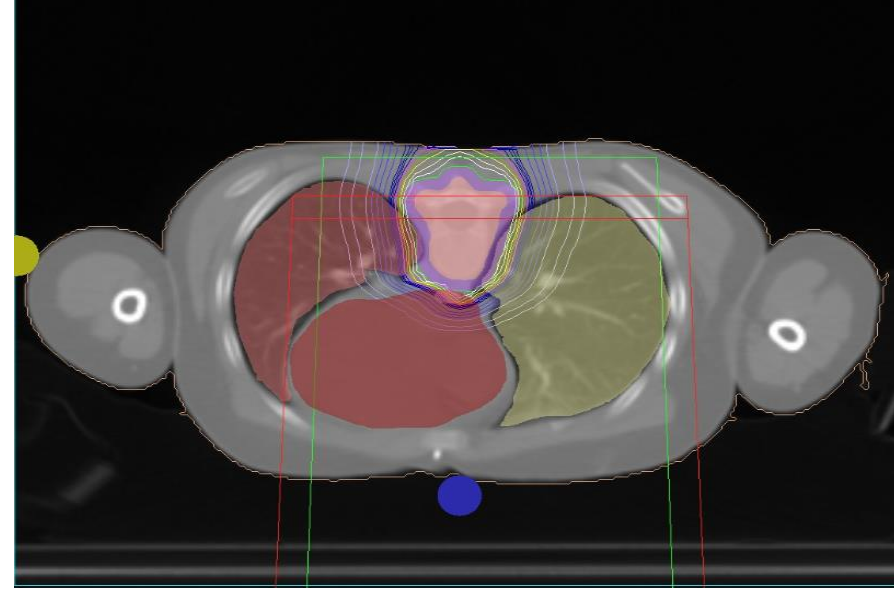
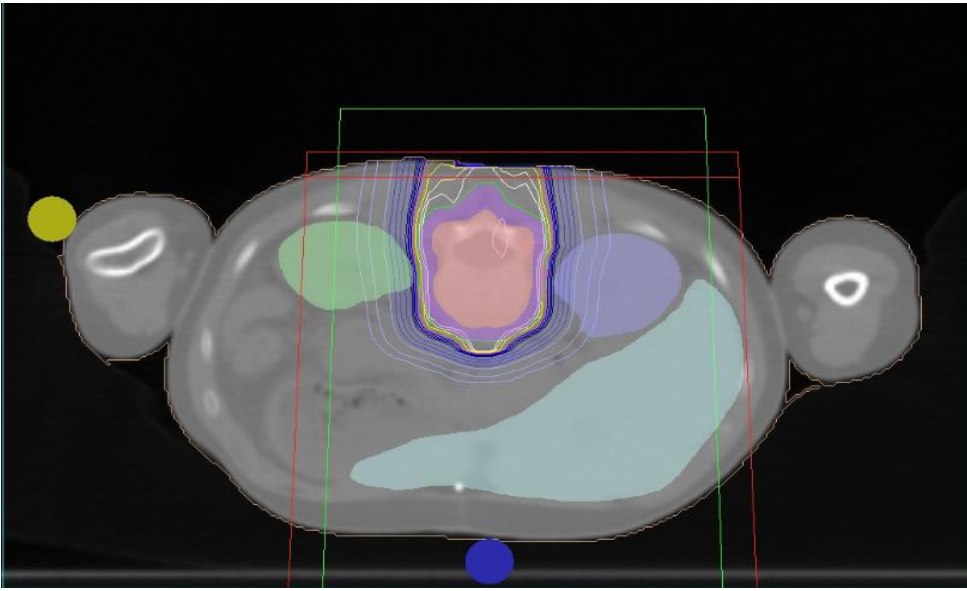
Ozařování kraniospinální osy



PROTON
THERAPY
CENTER



Ozařování kraniospinální osy



- Meduloblastom (standardní riziko)
- Režim
 - **23,4 CGE/13 frakcí – kraniospinální osa**
 - **30,6 CGE/17 frakcí - zadní jáma lební**



Ekonomické aspekty

Odhad celkových nákladů na terapii

- **2005**

- Fotony 7 600 € / pacient
- Protony 14 700 € / pacient
- Navýšení 93%

- **2013 (EUR)**

12 000 – 40 000 € (330 tis. – 1,1 mil. CZK)

- **Odhad nákladů na frakci**

- Fotony 123,90 €
- Protony 239,10 € - 900,- €

Search results for "QALY"

Co je to QALY? Aneb debata o ceně života v závislosti na jeho kvalitě začíná...

[TOMÁŠ DOLEŽAL](#) / 9.1.2012 / [AKTUALITY](#) / [PERMALINK](#)

Minulý týden ministr zdravotnictví v HN uvedl, že chce začít poměřovat přínos a náklady nových léčebných postupů a o způsobu léčby pacienta by tak v blízké budoucnosti neměl rozhodovat pouze lékař a aktuální možnosti medicíny, ale také stát. „Vůbec poprvé se zde stanoví něco jako cena lidského života,“ píše HN. Toto vyjádření je ovšem velmi populistické a zavádějící. Jen [...]

[READ FULL STORY](#)

0 COMMENTS



Ekonomická efektivita protonové RT

- Plnohodnotná analýza – málo publikací – cca 5
- Nárůst nákladů na RT 6%-25% (globálně!)
- Náklady na 1 QALY do 11 tis. € (280 tis. CZK)
- Kalkulace pro ČR – 200 tis. – 800 tis. CZK
- Reálné náklady na 1 QALY 3xHDP per capita
 - ČR 1,2 mil. CZK
 - NL 80 tis. € (2 mil. CZK)



Účtované náklady na zdravotní péči

- Obrat 9 zdravotních pojišťoven
 - 240 miliard CZK = 10 bil. USD
 - Pozitivní výsledek 2015 – min. 5 miliard CZK
 - Původní (nahodnocený) obrat PTC – 1 miliarda CZK
- V možnostech ZP je uhradit protonovou léčbu min. 1 200 nemocných ročně!
- Reálný obrat PTC Praha je podobný jako náklady na 1 preparát biologické protinádorové terapie.



„Top 10“ léčiva CZ - 2010

Generický název	Roční náklad (mil. USD)	DDD (mil.)	Balení (mil.)
Atorvastatin	45,68	177,087	3,872
Infliximab	39,42	2,040	0,076
Interferon beta-1a	30,41	2,044	0,038
Rituximab	28,26		0,027
Omeprazol	27,18	141,831	3,318
Trastuzumab	26,76		0,042
Bevacizumab	25,60		0,033
Adalimumab	24,98	0,628	0,023
Salmeterol a ostatní bronchodilatancia	22,12	17,614	0,587
Imatinib	21,08		0,010



Jak hodnotit ekonomickou náročnost PRT?

- Studie bezpečnost/účinnost
(„randomizovaná srovnávací klinická studie“) – **ne**
– jsou převážně zbytečné
- Studie ekonomické efektivity - **ano**
 - ale jsou retrospektivní
 - vycházejí ze standardní indikace léčby



Závěry

- **PRT je metoda radioterapie na technicky vyšší úrovni**
- **Výhody PRT se manifestují ve vyšší účinnosti a bezpečnosti radioterapie**
- **Indikace jsou známé**
- **Ekonomická náročnost vysoká, ale nyní přijatelná**

Děkuji za pozornost.

