

Radioterapeutické techniky ve FN Olomouc

David Vrána

Nově zaváděné techniky ve FN Olomouc

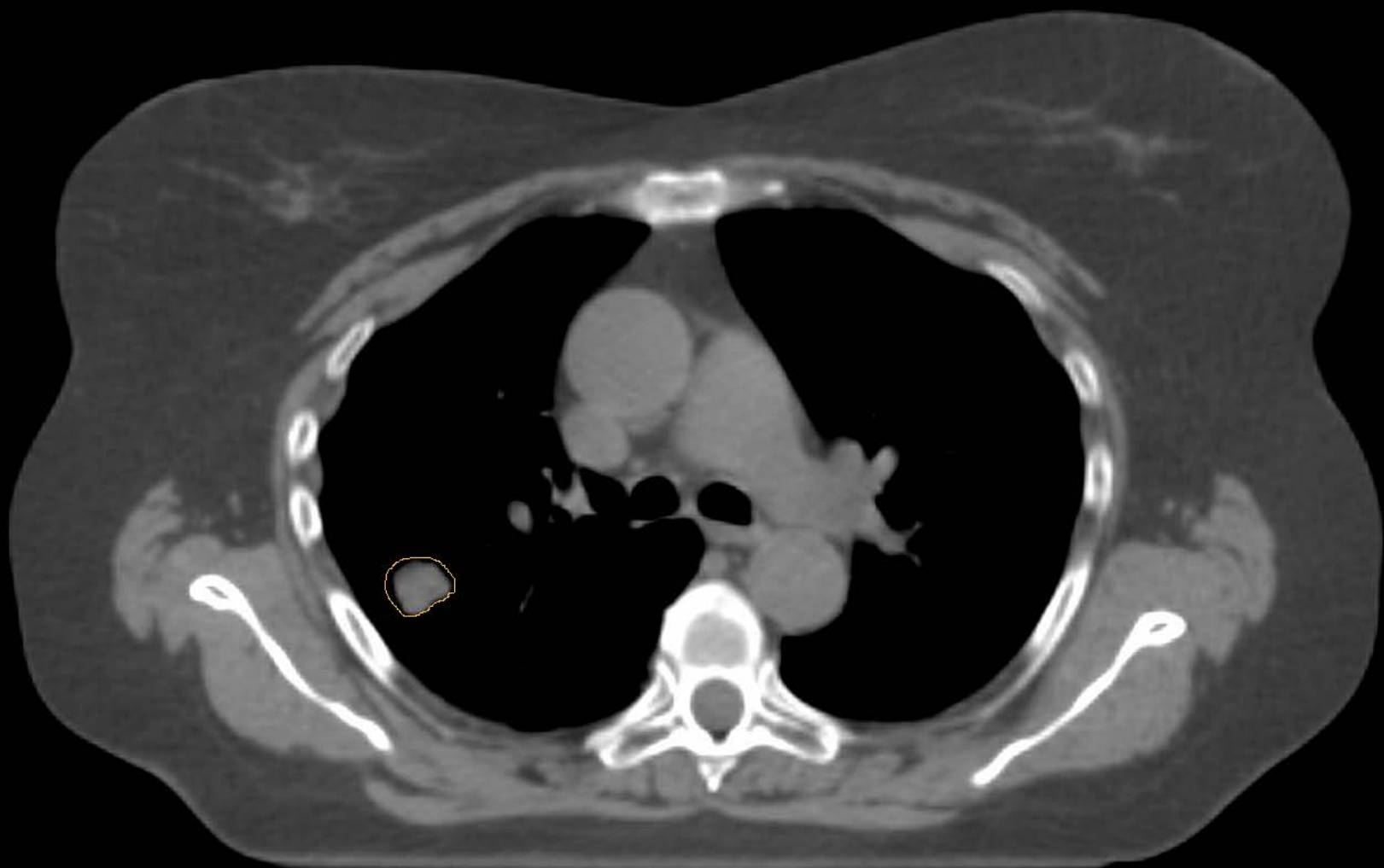
- **Stereotaktická radioterapie (radiochirurgie)**
- **Aktivní kontrola dýchání**
- **Eskalace dávky u karcinomu prostaty**
- **Simultánní integrovaný boost na intraprostatickou lézi**
- **3D konformní brachyterapie**
- **Přechod na QUANTEC**

Stereotaktická radioterapie – základní principy

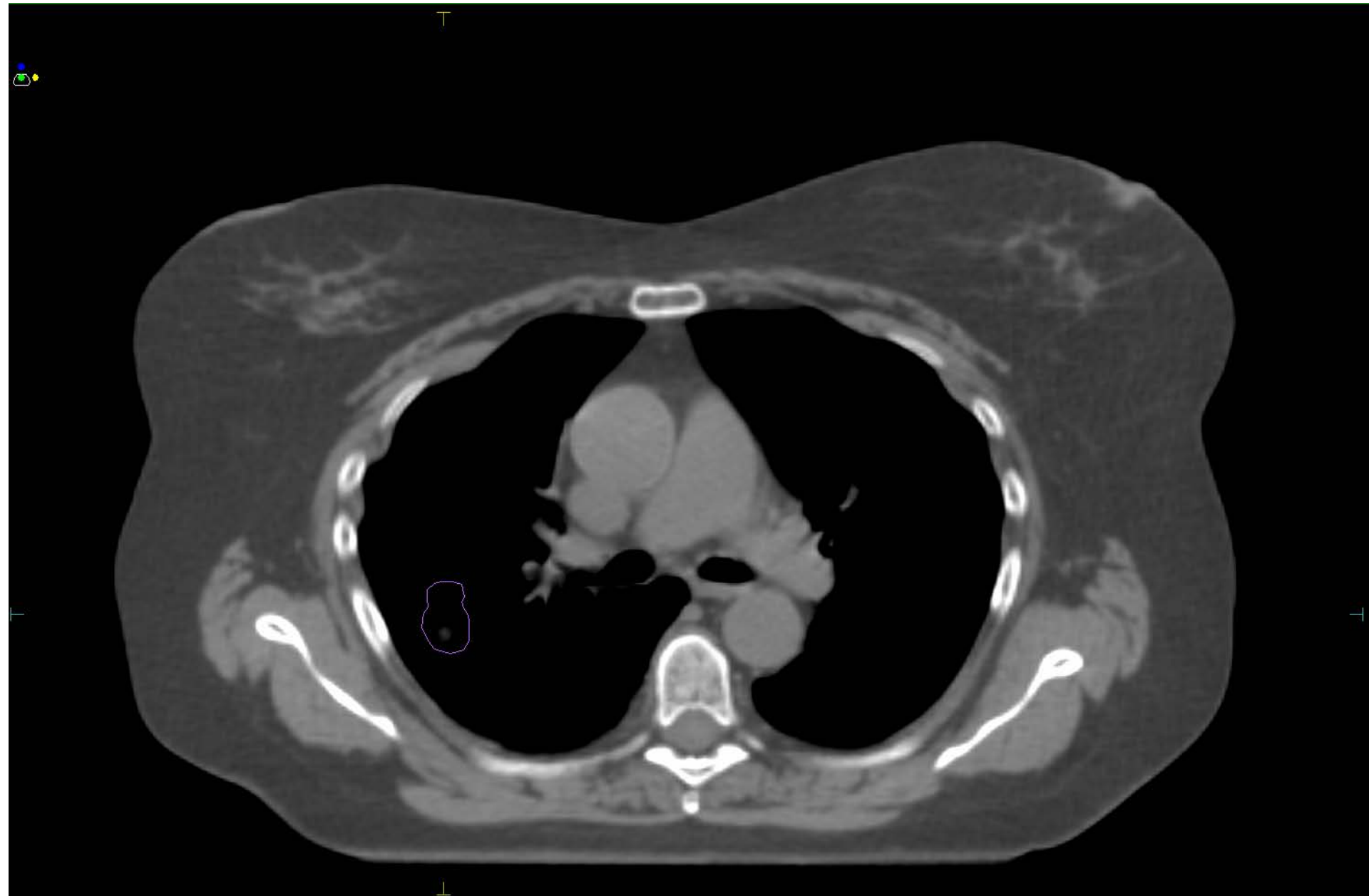
- Aplikace ablativní dávky v několika frakcích (1-5 frakcí na rozdíl od konvenční radioterapie)
- BED (biologická ekvivalentní dávka) nad 100
- Zkrácení celková doby léčby (1-2 týdny)
- Prudký spád dávky od cílového objemu směrem ke zdravým tkáním (OAR- **organs at risk**)
- Minimální bezpečnostní lemy v okolí cílového objemu
- Precizní konturing (plánovací CT řezy po 2-3mm), využití fúze diagnostických metod (MR, CT, PET CT) s plánovacím CT
- Nezbytná pečlivá fixace pacienta- vakuová matrace, stereotaktický rám

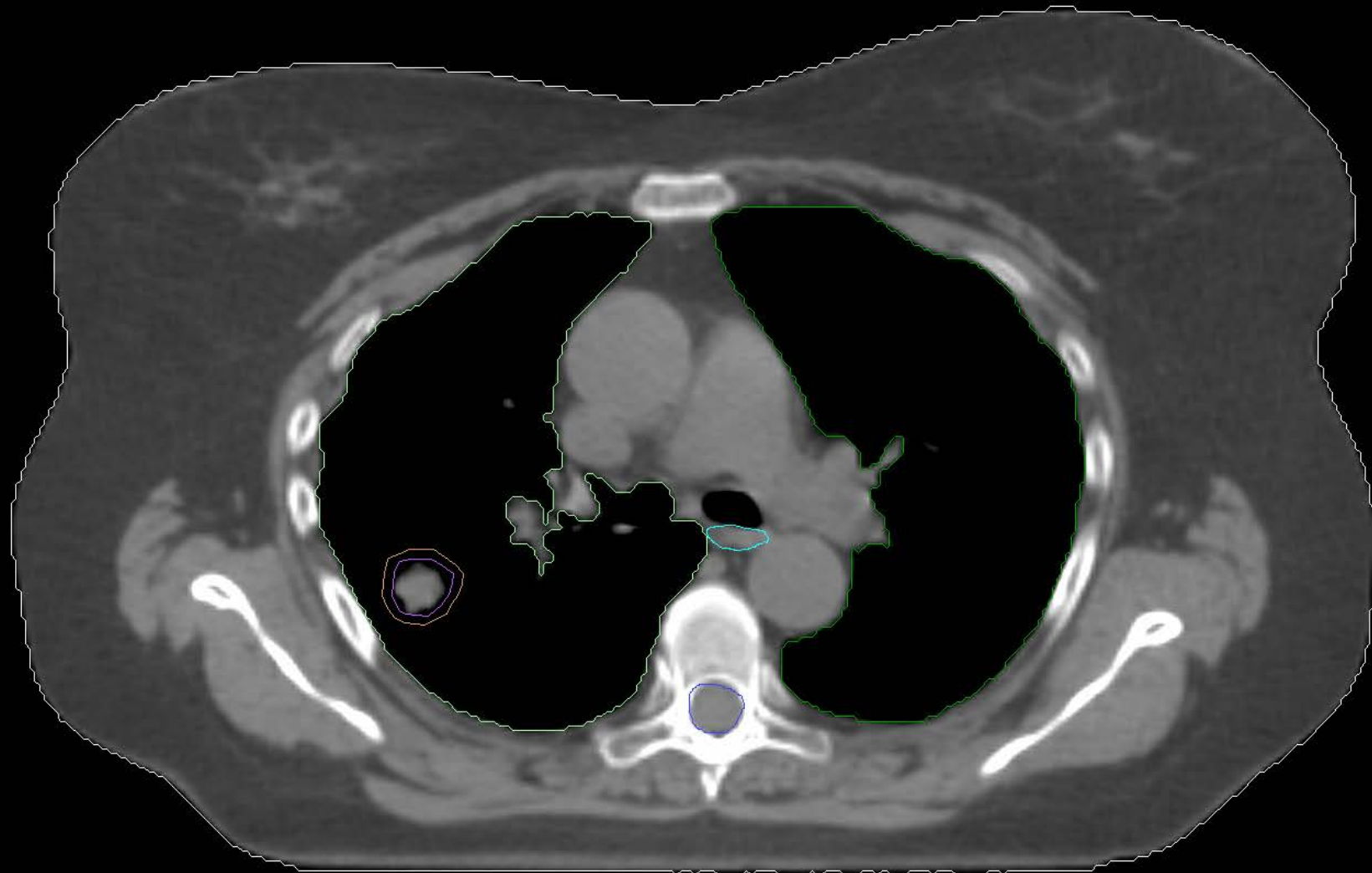
Technické aspekty stereotaktické radioterapie

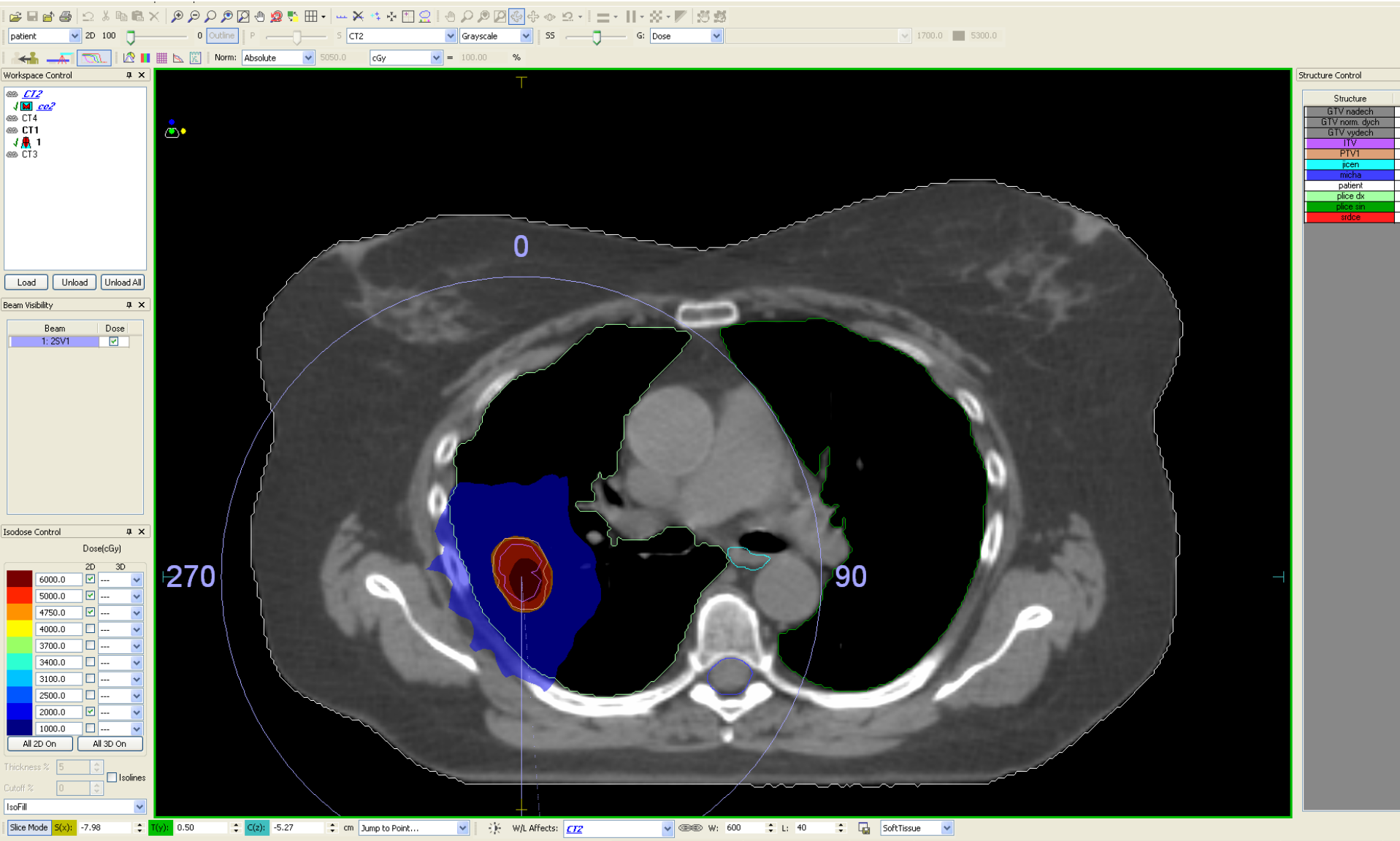
- Základním předpokladem při stereotaxi jako vysoce konformní techniky je lokalizace cílového objemu a fixace pacienta
- Možnosti řešení dýchacích pohybů v průběhu radioterapie
 - Breath hold
 - CT v nádechu a výdechu
 - Respiratory gating
 - Respiratory tracking











patient 2D 100 0 Outline P S CT2 Grayscale SS G: Dose 1700.0 5300.0

Norm: Absolute 5050.0 cGy = 100.00 %

Workspace Control

- CT2
 - CT4
 - CT11
 - CT3
- Load Unload Unload All

Beam Visibility

Beam	Dose
1: 2SV1	<input checked="" type="checkbox"/>

Isodose Control

Dose(cGy)	2D	3D
6000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	...
5000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	...
4750.0	<input checked="" type="checkbox"/>	...
4000.0	<input type="checkbox"/>	...
3700.0	<input type="checkbox"/>	...
3400.0	<input type="checkbox"/>	...
3100.0	<input type="checkbox"/>	...
2500.0	<input type="checkbox"/>	...
2000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	...
1000.0	<input type="checkbox"/>	...

All 2D On All 3D On

Thickness %: 5 Isolines

Cutoff %: 0

IsoFill

Slice Mode S(x): -7.98 T(y): 0.50 C(z): -5.27 cm Jump to Point... W/L Affects: CT2 W: 600 L: 40 SoftTissue

Structure Control

- Structure
- GTV nadech
- GTV norm. dych
- GTV vydech
- TV
- PTV1
- pisen
- nicha
- patient
- place dx
- place sin
- srdce

patient 2D 100 0 Outline P 5 CT2 Grayscale 55 G: Dose 1700.0 5300.0

Norm: Absolute 5050.0 cGy = 100.00 %

Workspace Control

- CT2
- CT4
- CT1
- 1
- CT3

Load Unload Unload All

Beam Visibility

Beam	Dose
1: 2SV1	<input checked="" type="checkbox"/>

Dose Control

Dose(cGy)	2D	3D
6000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	---
5000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	---
4750.0	<input checked="" type="checkbox"/>	---
4000.0	<input type="checkbox"/>	---
3700.0	<input type="checkbox"/>	---
3400.0	<input type="checkbox"/>	---
3100.0	<input type="checkbox"/>	---
2500.0	<input type="checkbox"/>	---
2000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	---
1000.0	<input type="checkbox"/>	---

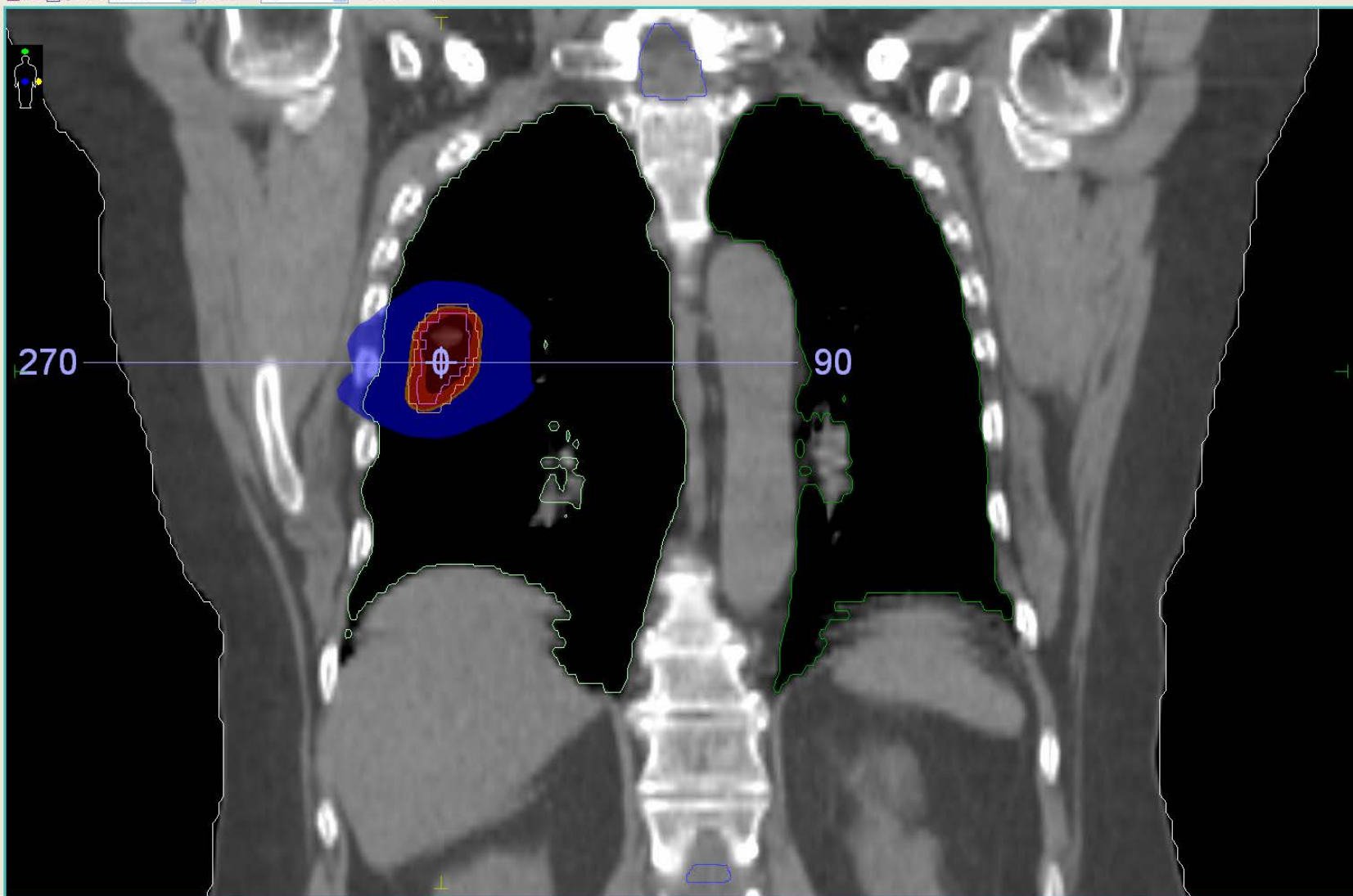
All 2D On All 3D On

Thickness % 5

Isolines

Cutoff % 0

IsoFill



Slice Mode S(x): -7.98 T(y): 0.50 C(z): -5.27 cm Jump to Point... W/L Affects: CT2 W: 600 L: 40 SoftTissue

- CT2
- CT1
- CT1
- CT3

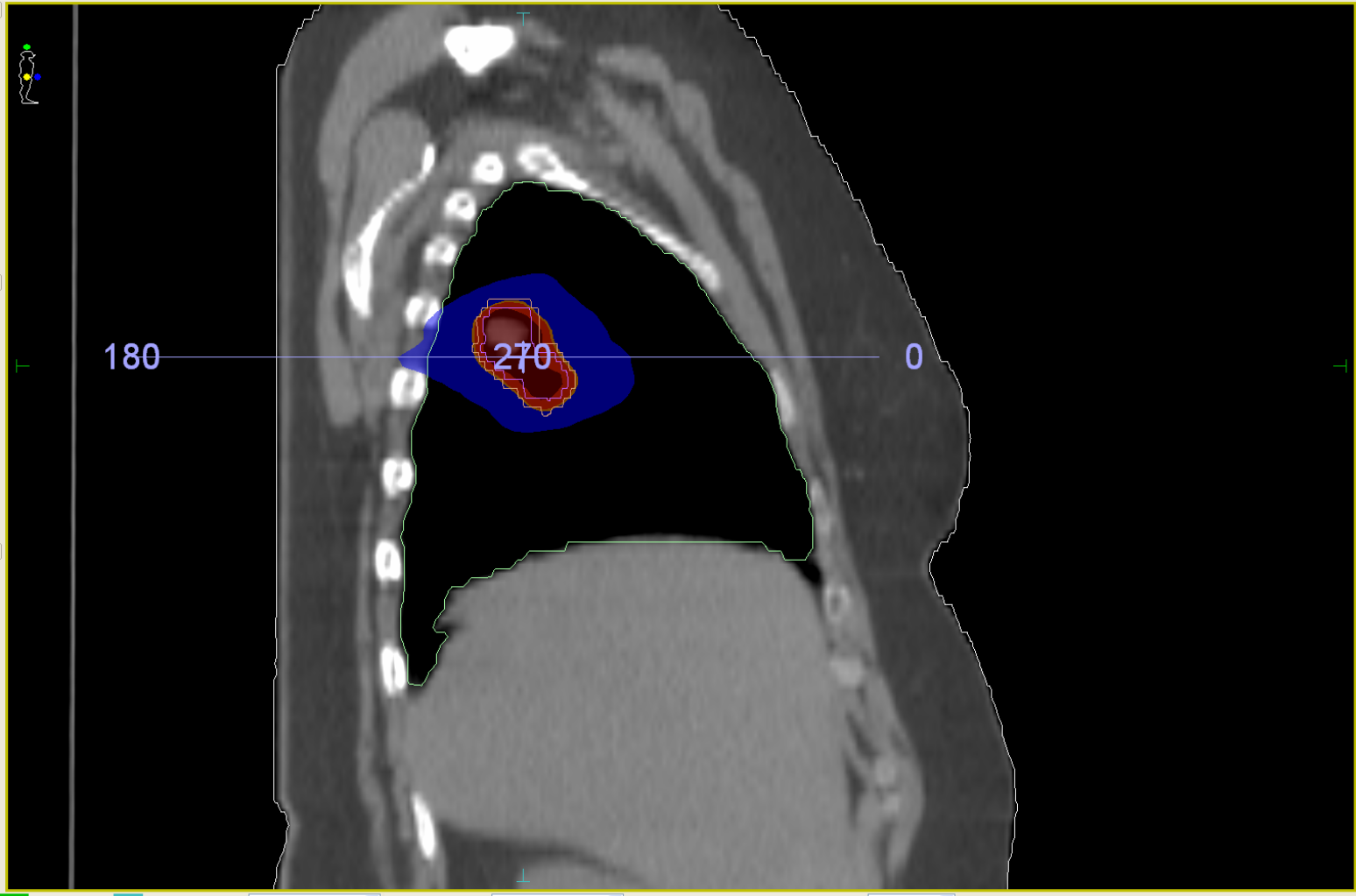
Load Unload Unload All

Beam	Dose
1: 2SV1	<input checked="" type="checkbox"/>

Dose(cGy)

Dose(cGy)	2D	3D
6000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	---
5000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	---
4750.0	<input checked="" type="checkbox"/>	---
4000.0	<input type="checkbox"/>	---
3700.0	<input type="checkbox"/>	---
3400.0	<input type="checkbox"/>	---
3100.0	<input type="checkbox"/>	---
2500.0	<input type="checkbox"/>	---
2000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	---
1000.0	<input type="checkbox"/>	---

All 2D On All 3D On



Structure	2D T
GTV nadech	<input type="checkbox"/>
GTV norm. dych	<input type="checkbox"/>
GTV vydech	<input type="checkbox"/>
ITV	<input type="checkbox"/>
PTV1	<input type="checkbox"/>
pcen	<input type="checkbox"/>
nacha	<input type="checkbox"/>
patient	<input type="checkbox"/>
plíce dx	<input type="checkbox"/>
plíce sn	<input type="checkbox"/>
srdece	<input type="checkbox"/>

Fraktionace

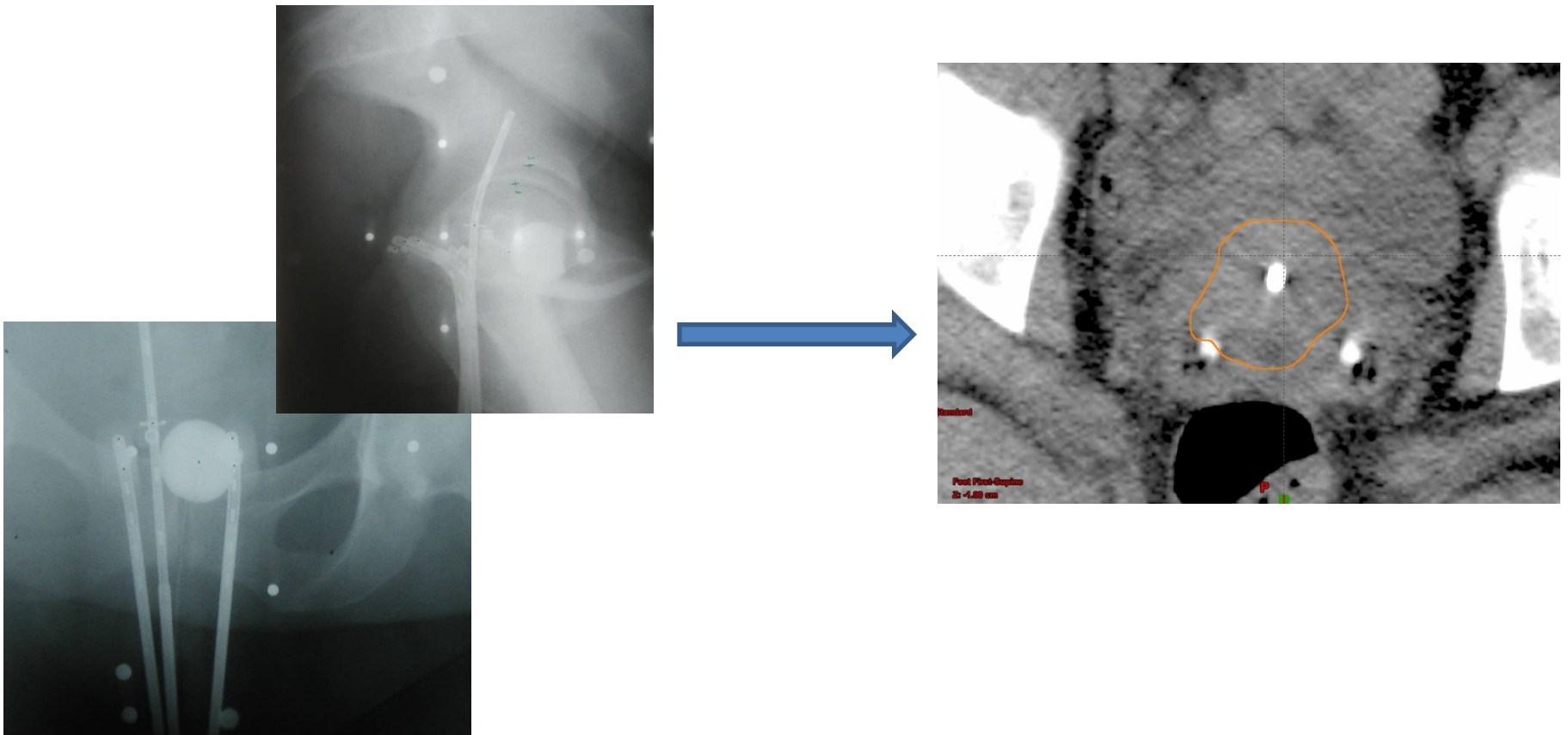
Table 2. Commonly Used Doses for SABR

Total Dose	# Fractions	Example Indications
25-34 Gy	1	Peripheral, small (<2 cm) tumors, esp. >1 cm from chest wall
45-60 Gy	3	Peripheral tumors and >1 cm from chest wall
48-50 Gy	4	Central or peripheral tumors <4-5 cm, especially <1 cm from chest wall
50-55 Gy	5	Central or peripheral tumors, especially <1 cm from chest wall
60-70 Gy	8-10	Central tumors

QUANTEC pro stereotaxi

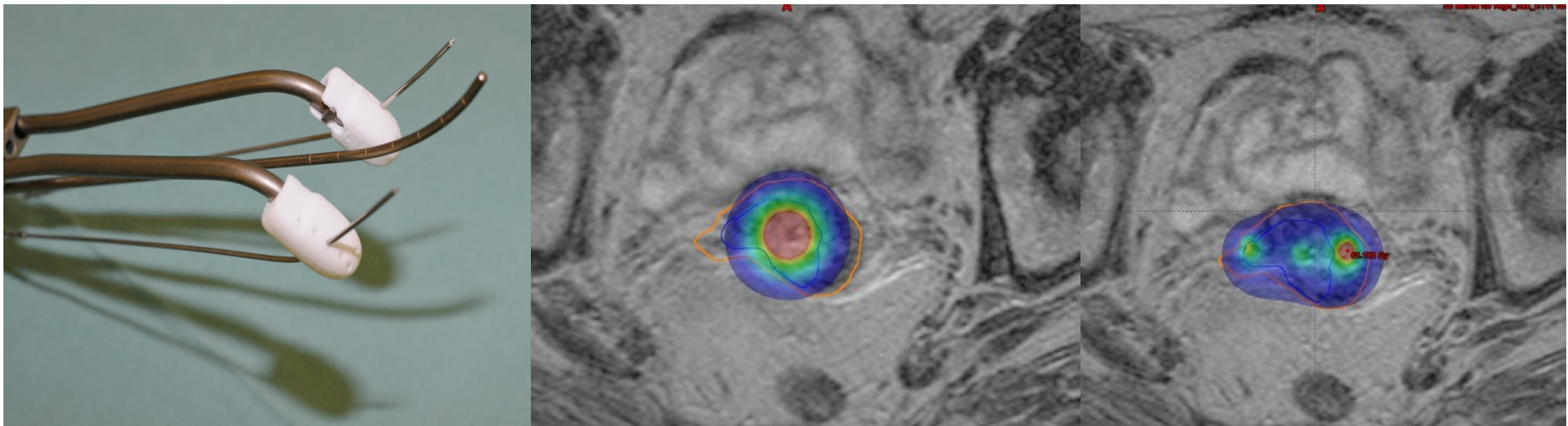
Critical Structure	Volume	Dose/Volume	Max Dose	Toxicity Rate	Toxicity Endpoint
Brain		V12 <5-10 cc		<20%	Symptomatic necrosis
Brain stem (acoustic tumors)			<12.5 Gy	<5%	Neuropathy or necrosis
Optic nerve/chiasm			<12 Gy	<10%	Optic neuropathy
Spinal cord (single-fx)			13 Gy	1%	Myelopathy
Spinal cord (hypo-fx)			20 Gy	1%	Myelopathy
Cochlea	Prescription dose	<=14 Gy		<25%	Sensory-neural hearing loss
Liver/HCC (3 fractions)	Mean	<13 Gy		<5%	RILD
Liver/Mets (3 fractions)	Mean	<15 Gy		<5%	RILD
Liver (3 fractions)	>700 cc	<15 Gy		<5%	RILD

3D konformní brachyterapie (intrakavitální- intersticiální brachyterapie)



3D konformní brachyterapie (intrakavitální-intersticiální brachyterapie)

- 3D konformní brachyterapie umožňuje ozáření i pokročilých karcinomů čípku dělohy při maximálním šetření zdravých tkání
- přechod od dávkování do bodu – na dávkování do objemu
- možnost zavedení parametrické jehly k úpravě dávkové distribuce



Isodoses (%)

- 375.0
- 300.0
- 200.0
- 150.0
- 100.0
- 80.0
- 70.0

Dose Area Histogram 31.5

Body

0.0 % 26.7 % 1263.3 %
Min Mean Max

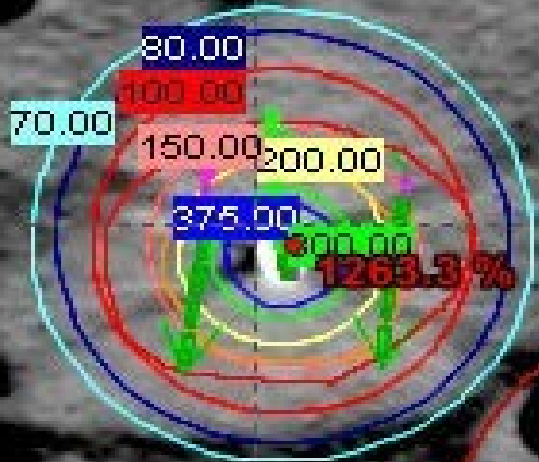
R

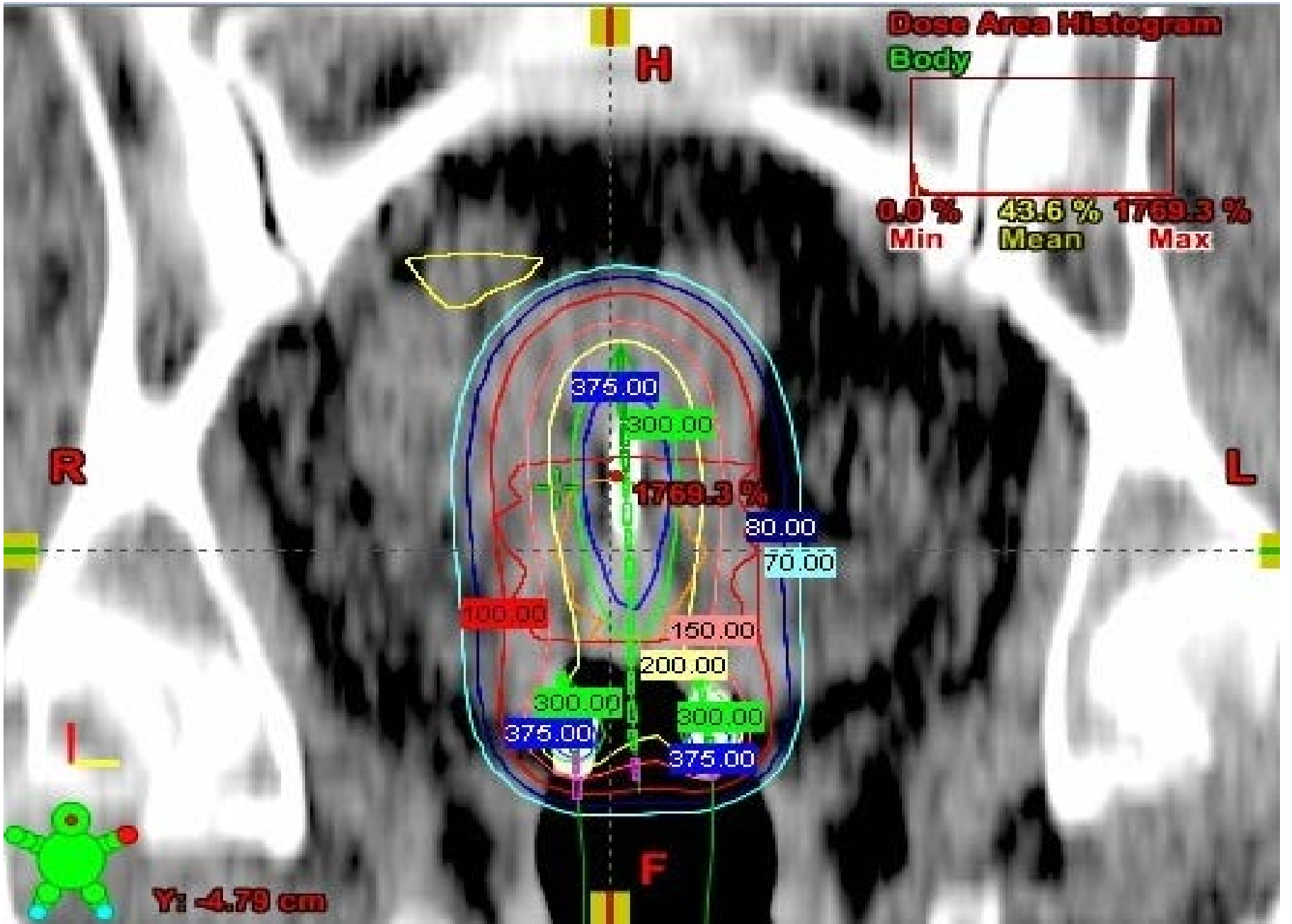
A

P

Z: -1.10 cm

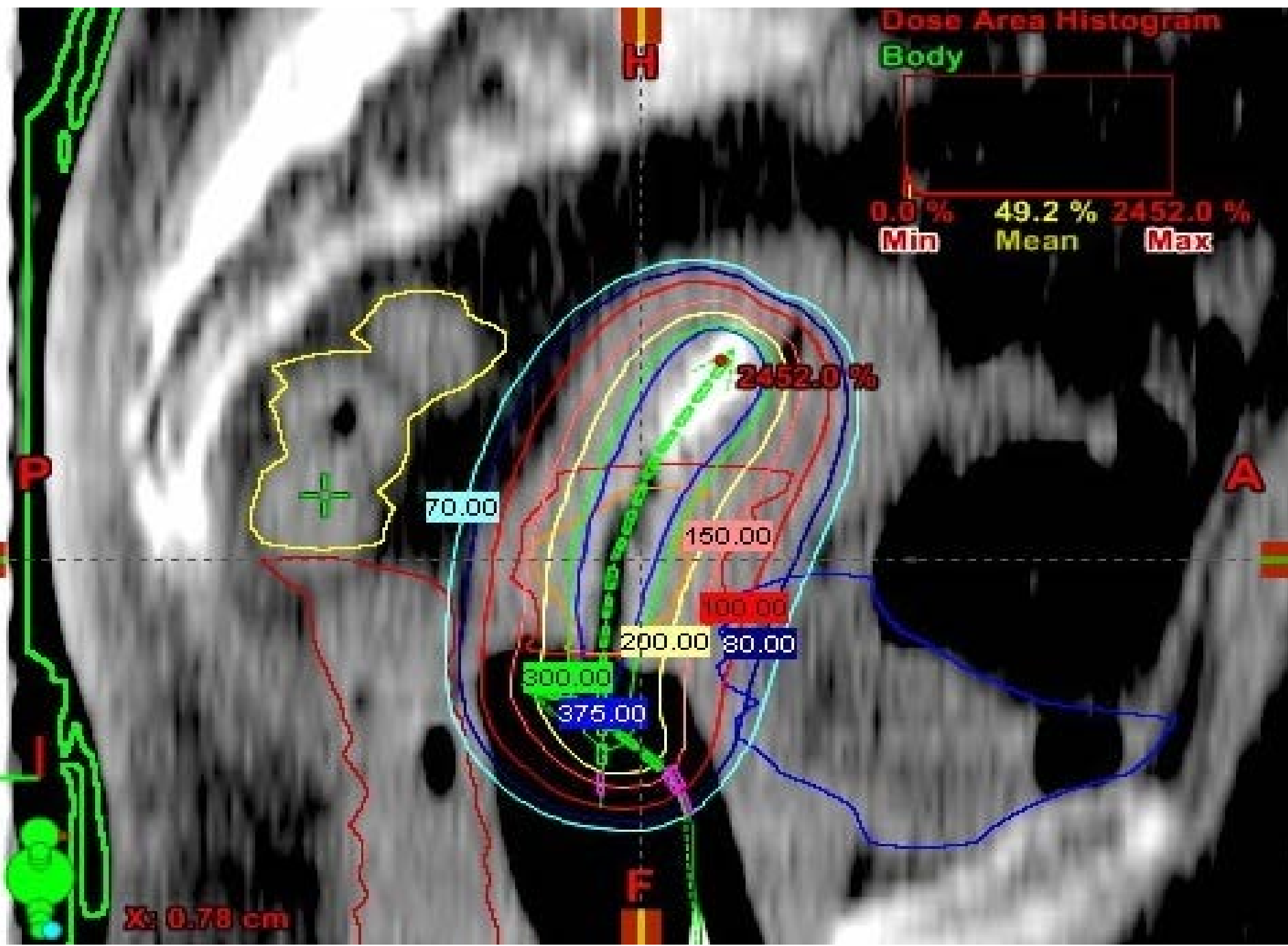
-64





Dose Area Histogram

Body

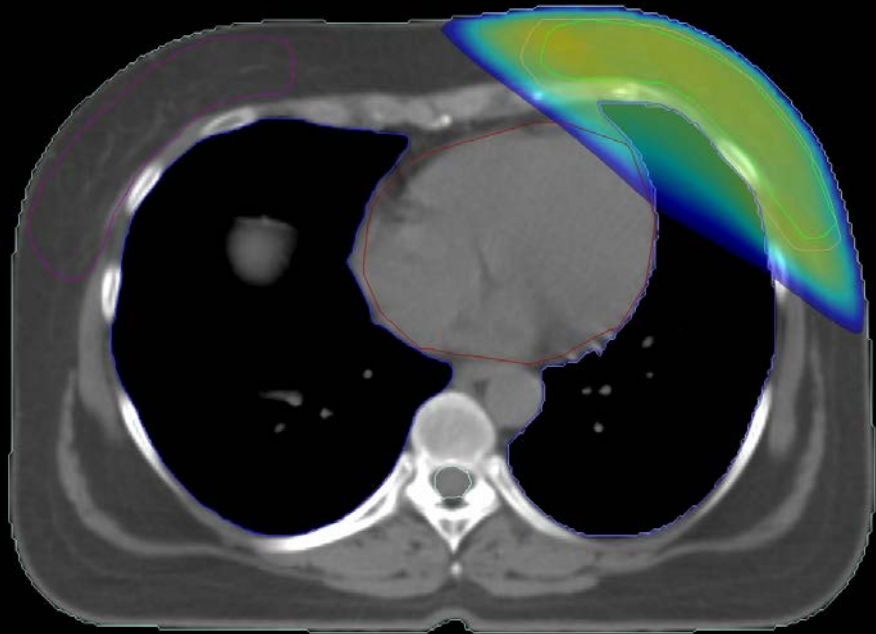
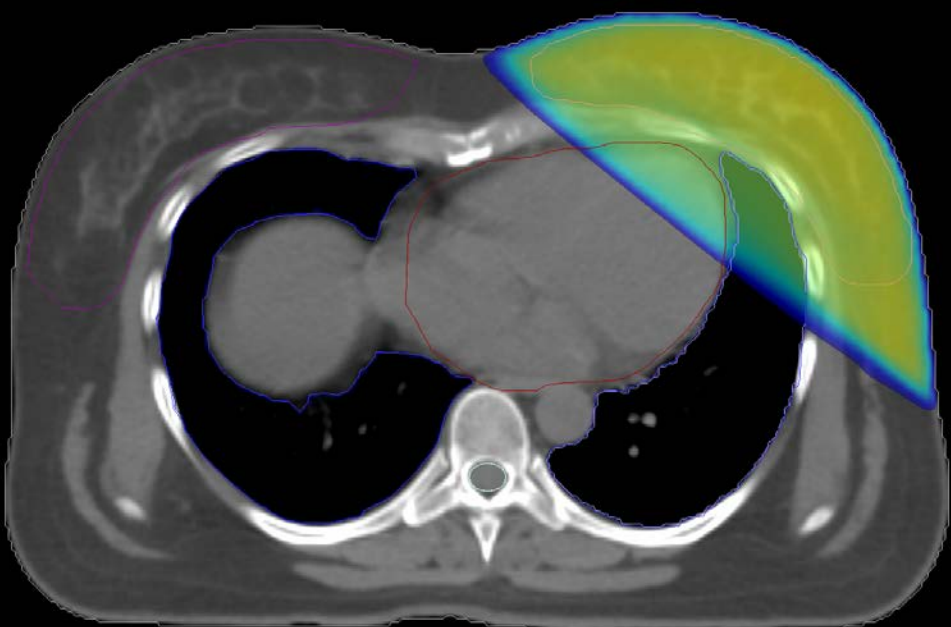


X: 0.78 cm

Aktivní kontrola dýchání

- použití zadržetí dechu ve středně hlubokém nádechu (moderate inspiration breath-hold) představuje jednu z možností, jak redukovat ozáření zdravých tkání (organs at risk – OAR) během radioterapie v oblasti hrudníku





Kazuistika 41leté pacientky s invazivním duktálním karcinomem prsu l.sin.

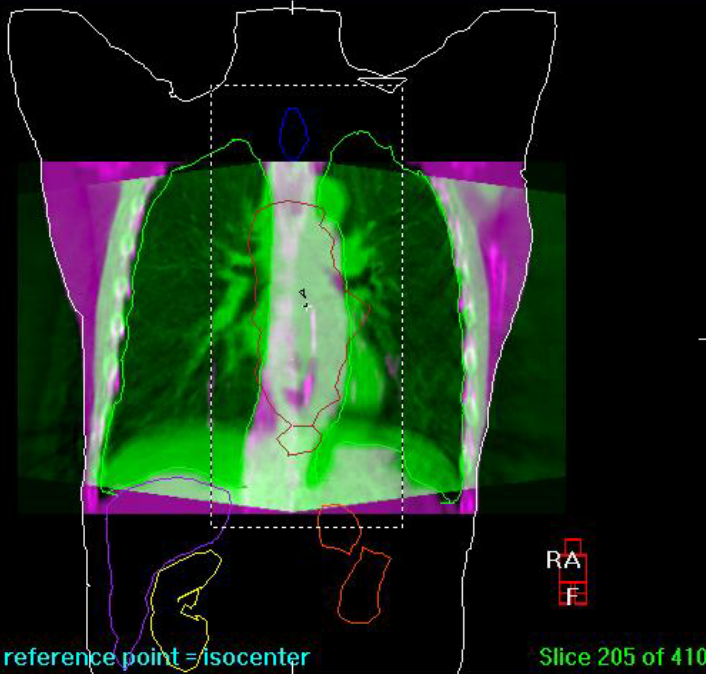
- Bez použití ABC (active breathing control)
 - Dávky na srdce: $V_{25} = 6,95 \% = 34 \text{ cm}^3$, $V_{30} = 5,36 \%$, $V_{45} = 1,71 \%$, $D_{\text{mea}} = 6,2 \text{ Gy}$.
 - Dávky na levou plíci: $V_{20} = 31,2 \%$, $D_{\text{mean}} = 15,9 \text{ Gy}$.
- S použitím ABC
 - Dávky na srdce: $V_{25} = 1,96 \% = 8,77 \text{ cm}^3$, $V_{30} = 1,26 \%$, $V_{45} = 0 \%$, $D_{\text{mean}} = 2,58 \text{ Gy}$.
 - Dávky na levou plíci: $V_{20} = 26,99 \%$ a $D_{\text{mean}} = 13,6 \text{ Gy}$.

Eskalace dávky u karcinomu prostaty

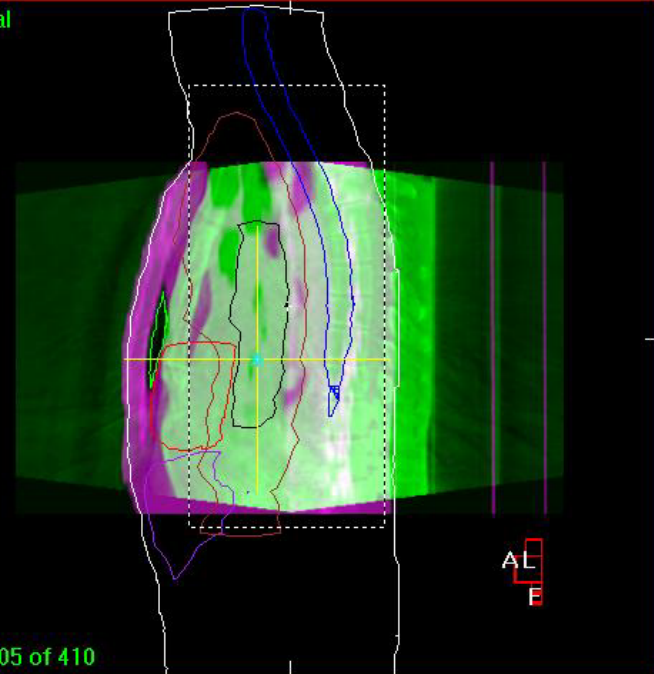
- Dávková závislost karcinomu prostaty opakovaně prokázána- ve všech studiích byl jednoznačně prokázán vliv dávky na biochemickou kontrolu a to u všech rizikových skupin
 - Dearnaley DP et al. Phase III pilot study of dose escalation using conformal radiotherapy in prostate cancer: PSA control and side effects. B J Cancer 2005
- Současný standard 76 Gy na dolní hranici doporučeného rozmezí
- Vhodná další eskalace 78-82Gy

- Eskalace dávky pomocí 3D techniky sebou nese signifikantní zvýšení chronické gastrointestinální toxicity
 - **IMRT** –intensity modulated radiotherapy – lepší rozložení dávky v prostoru, zmenšení ozářeného objemu OAR, prudší dávkový gradiend, ale vyšší objem tkáně ozářený nižší dávkou
 - **V-MAT** – volumetric arc radiotherapy – urychluje vlastní radioterapii, ale časově náročnější příprava
 - **Denní IGRT (s využitím CBCT)**-Image Guided Radiotherapy- možnost redukce bezpečnostních lemů (set-up margin)- možnost další redukce ozařovaného objemu, ale časová zátěž perzonálu na ozařovně

Coronal



Sagittal



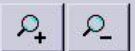
Image

Slice Averaging

none

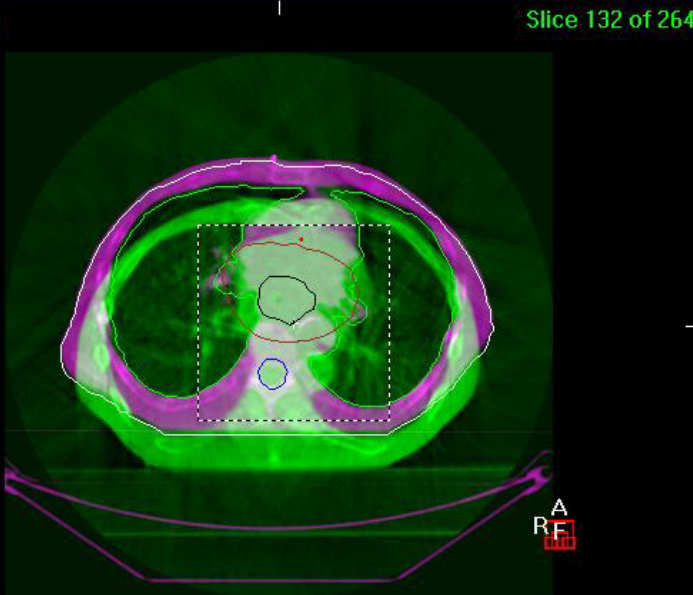
Display Mode

Green-purple



GoTo ..

Transverse



Reference Preset

Cor Ref Point ..

Scan

Alignment Clipbox

Structures ..

Alignment

Automatic

Manual

Reset

Convert To Correction

Position Error
Translation (cm)

X 0.00

Y -1.49

Z 2.56

Rotation (dg)

X 0.0

Y 0.0

Z 0.0

Table Correction

(cm)

Lateral -

Longitudinal -

Vertical -

Dismiss

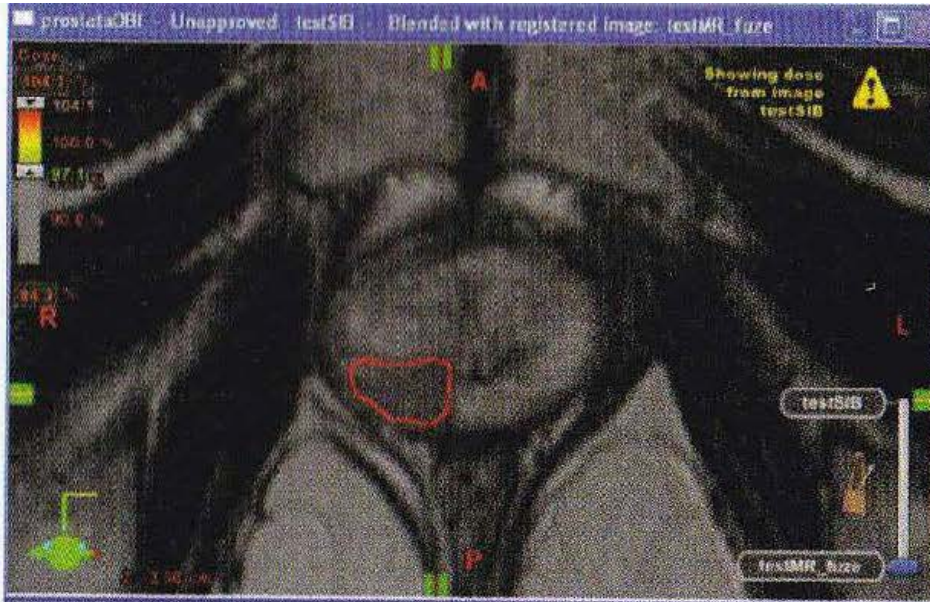
Accept

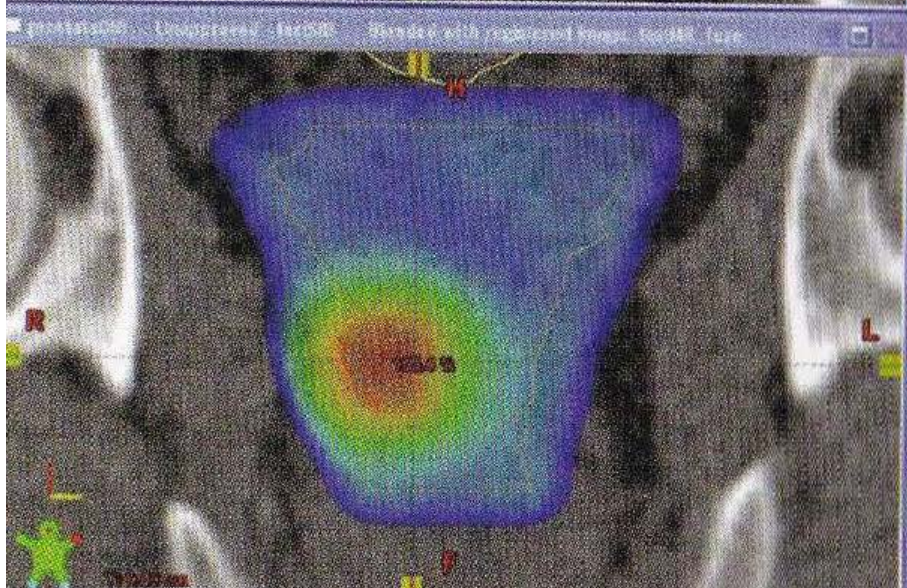
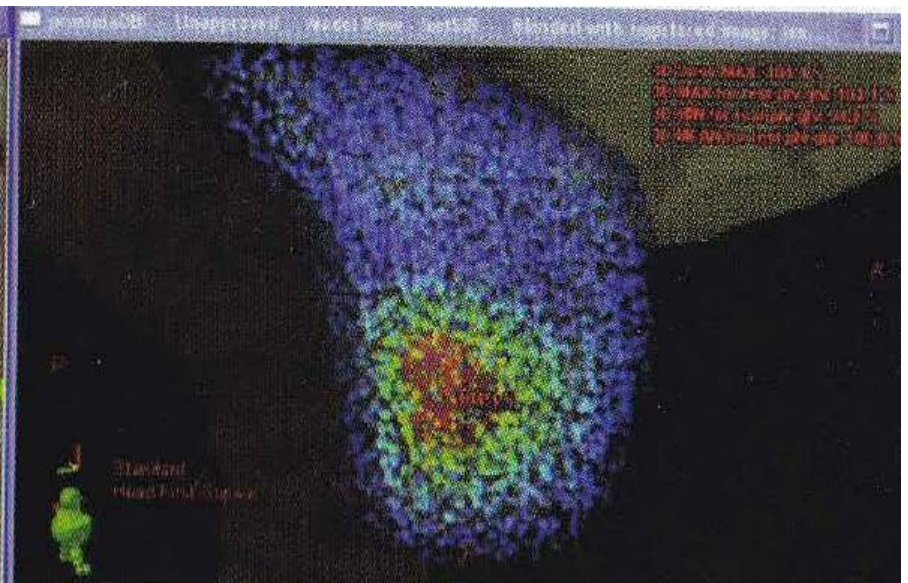
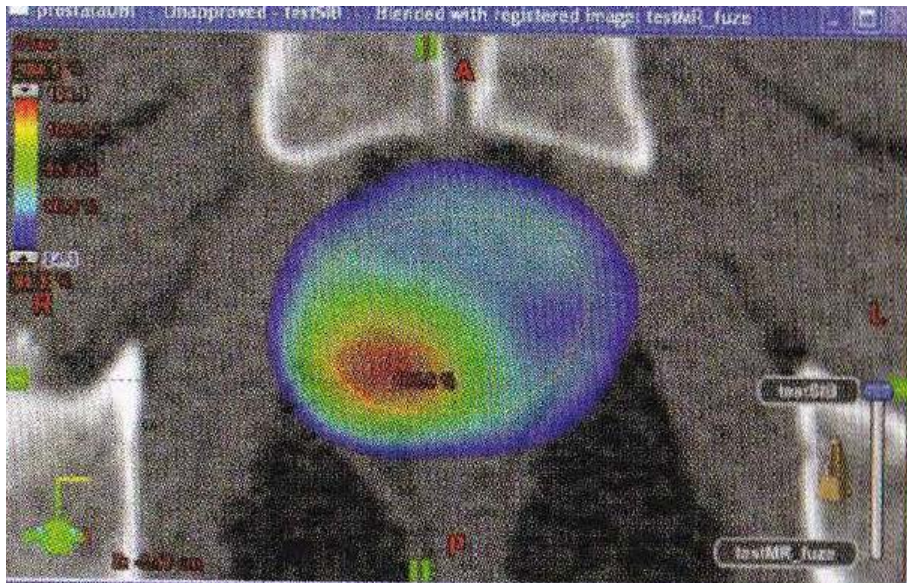
30.11.2009 07:53:49.781

Scan Time: 20.11.2009 11:59:06.000

Simultánní integrovaný boost na intraprostatickou lézi

- Signifikantním prediktorem léčebného efektu nejsou malé či mikroskopické nádory, nýbrž velké a dominující tumory
- Možnosti detekce intraprostatické léze: **MR spektroskopie**- u karcinomu prostaty je zvýšená hladina cholinu známkou aktivity tumoru, pomocí MR spektroskopie lze v prostaě detekovat oblasti s vysokým **poměrem cholin/citrát**
- Možnost eskalace dávky až na **90 Gy** na oblast dominantní intraprostatické léze bez zvýšení dávky na okolní zdravé tkáně





Hodnocení ozařovacího plánu

- Dávky na rizikové orgány (OAR) v souladu s **QUANTEC** (Quantitative Analysis of Normal Tissue Effects in the Clinic) doporučením

Critical Structure	Volume	Dose/Volume	Max Dose	Toxicity Rate	Toxicity Endpoint
Optic nerve/chiasm			<55 <u>Gy</u>	<3%	Optic neuropathy
Spinal cord			50 <u>Gy</u>	0.2%	Myelopathy
Lung	V20	≤30%		<20%	Symptomatic pneumonitis
Heart (Pericardium)	V30	<46%		<15%	Pericarditis
Heart	V25	<10%		<1%	Long term cardiac mortality
Liver	Mean	<30-32 <u>Gy</u>		<5%	RILD (in normal liver function)
Kidney, bilateral	V20	<32%		<5%	Clinical dysfunction



Critical Structure	Volume	Dose/Volume	Max Dose	Toxicity Rate	Toxicity Endpoint
Small bowel (peritoneal cavity)	V45	<195 cc		<10%	Grade 3+ toxicity
Rectum	V70	<20%		<10%	Grade 3+ toxicity
Rectum	V75	<15%		<10%	Grade 3+ toxicity
Bladder (prostate cancer)	V70	<35%			Grade 3+ toxicity
Bladder (prostate cancer)	V75	<25%			Grade 3+ toxicity
Bladder (prostate cancer)	V80	<15%			Grade 3+ toxicity

Děkuji za pozornost