

Emlődaganatok intersticiális brachyterápiás kezelésének dozimetriai értékelése

**Fröhlich Georgina^{1,2},
Major Tibor², Polgár Csaba²**

¹Semmelweis Egyetem

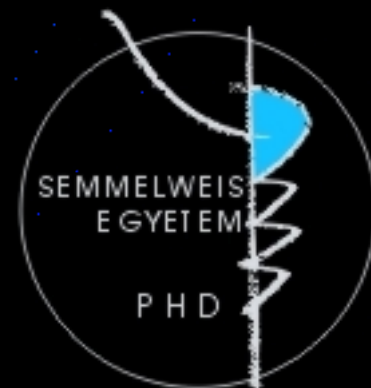
Doktori Iskola

Budapest,

²Országos Onkológiai Intézet

Sugárterápiás Osztály

Budapest



Fizikus Vándorgyűlés

Eger

2007. augusztus 22-24.

I. Bevezetés

- SUGÁRTERÁPIA: **teleterápia** (LinAc (γ , e^-), CyberKnife, Co-
ágyú, ETB, Sztereotaxia, Gamma-kés, „hadronter.” (p^+ , n , Π , C-
ion,...),...) + **brachyterápia** (intraluminális, -kavitális, intersticiális)

- Emlődaganatok Computer Tomográfia (CT) - alapú nagy
dózisteljesítményű (HDR, High Dose Rate) intersticiális
brachyterápiájának (BT) dozimetriai elemzése

- OOI Sugárterápiás Osztály, 2004. május - 2006. december

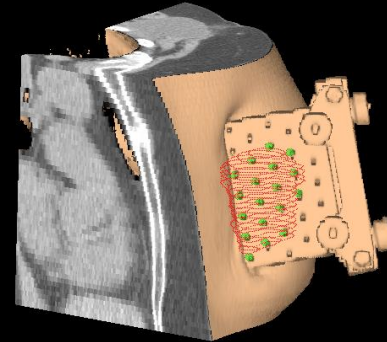
- 28 korai stádiumú emlőtumoros beteg

- részleges emlőbesugárzás (monoterápia)

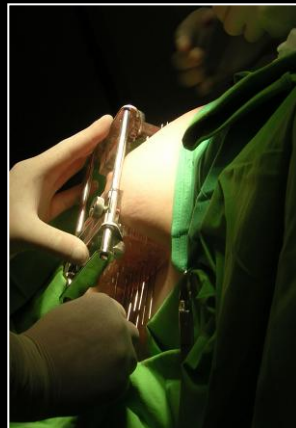
✦ a céltérfogatra (PTV, Planning Target Volume) előírt teljes
dózis (referenciadózis): 30.1 Gy (7×4.3 Gy)

II. A tűzdelés

- Céltérfogat meghatározás, katéter-elrendezés megtervezése:
előtervezés



- **implantáció**

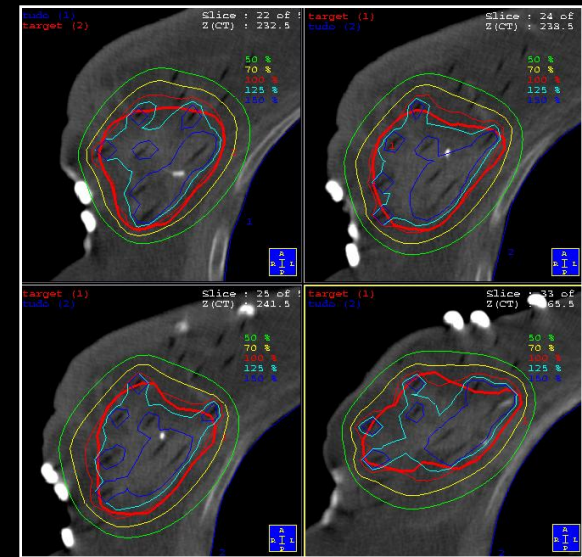


III. A tervezés

- PTV-, tüdő- és szív-kontúrok

- **tervezés**

- katéterrekonstrukció

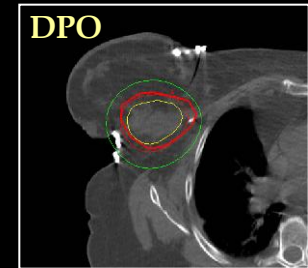
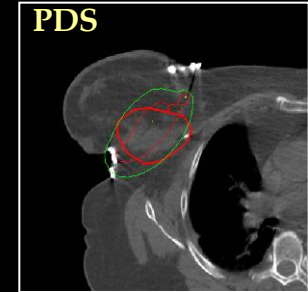
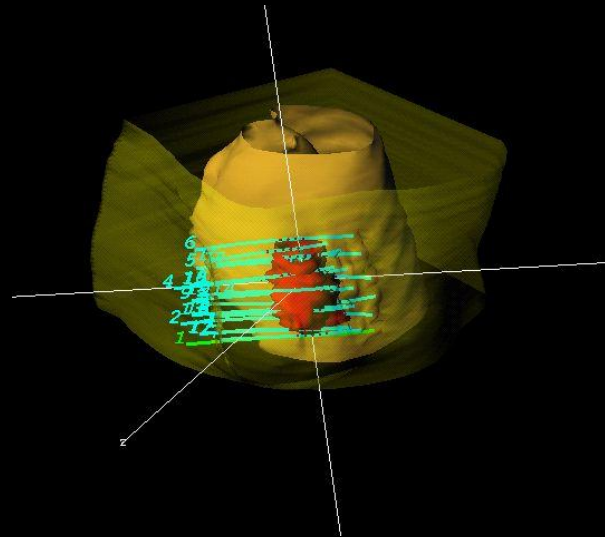
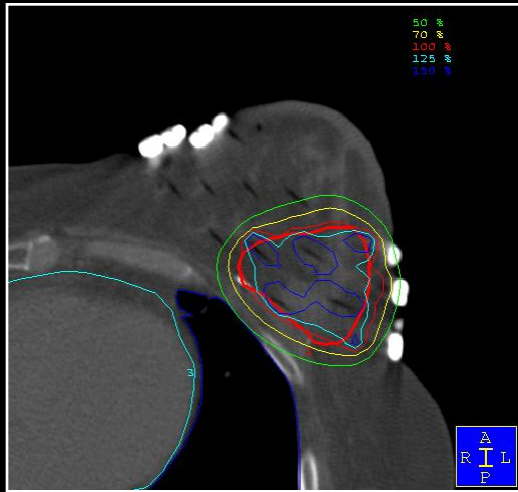


- dózis referenciapontok: a katéterek középső síkjában (Paris DS) - dózist ezek átlagára normalizáltuk (MCD, Mean Central Dose).

- aktív besugárzási pozíciók: PTV-n belül (forrás lépésköze: 5 mm)

- geometriai és grafikus optimalizálási módszer

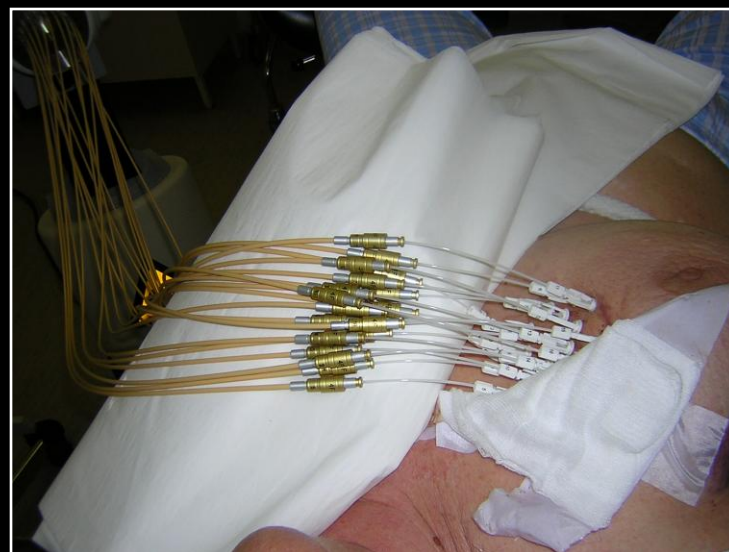
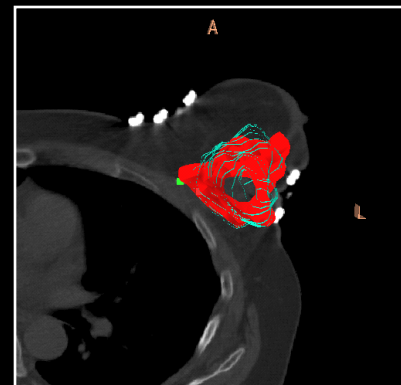
III. A tervezés



- **konformális** terv: dózis-pont optimalizálási módszer (ref. pontok a PTV felszínén, aktív pozíciók a PTV-n belül, a felszínétől max. 5 mm-re)

IV. A kezelés

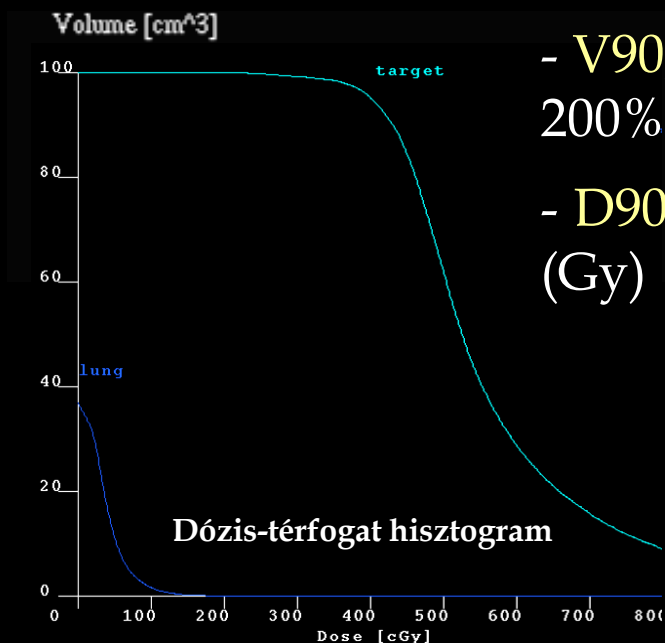
- Ir^{192} sugárforrás (10Ci, 360keV, 3.6mmx0.65mm)
- távvezérelt, utántöltéses (AL) módszer



V. Paraméterek

i, Térfogati paraméterek

- **MCD** (Mean Central Dose) (Gy)
- V_{ref} , $V_{1.5 \times ref}$, $V_{1.5 \times MCD}$, V_{PTV} : a referenciadózis, a referenciadózis 1.5-szerese, a MCD 1.5-szerese által lefedett térfogat, illetve a PTV térfogata (cm^3)



- **V90, V100, V150, V200**: a PTV a ref.D 90, 100, 150, 200%-át kapott térfogata (%)
- **D90, D100**: a PTV 90 illetve 100%-át besugárzott D (Gy)
- **Dmax**: a védendő szervek (bőr, tüdő és szív) ref. pontjainak max. D-a (%)
- **V5, V10, V15**: a tüdő és a szív legalább 5, 10 és 15 Gy-t kapott térfogata (cm^3)

V. Paraméterek

ii, Indexek

- **CI** (Coverage Index): a PTV ref.D általi lefedettsége (≤ 1)
- **DHI** (Dose Homogeneity Index): dózishomogenitás
- **DNR** (Dose Non-uniformity Ratio): dózis-egyenetlenség
- **COIN** (Conformal Index): konformalitás
- **EI** (External Index): a legalább ref.D-t kapott normál szövet/ V_{PTV}
- **TRAK** (Total Reference Air Kerma): a ref. levegő Kerma és a besugárzási idők szorzatának összege minden besugárzási pozícióra (cGy/m)

$$CI = \frac{V_{100}}{100}$$

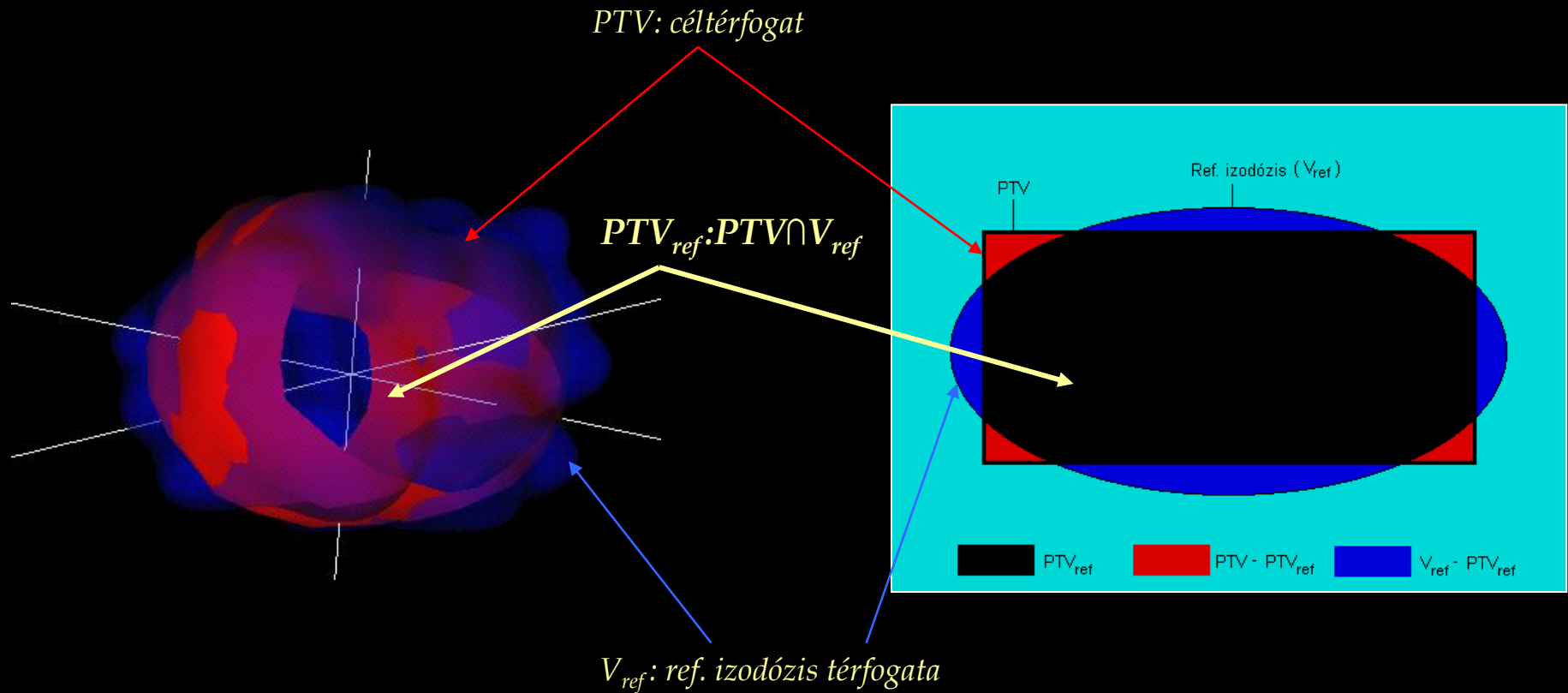
$$DHI = \frac{V_{100} - V_{150}}{V_{100}}$$

$$DNR = \frac{V_{150}}{V_{100}}$$

$$\begin{aligned} COIN &= \frac{PTV_{ref}}{PTV} \cdot \frac{PTV_{ref}}{V_{ref}} = \\ &= CI \cdot \frac{PTV_{ref}}{V_{ref}} = \frac{V_{100}^{Organ}}{V_{100}^{Implant}} \end{aligned}$$

V. Paraméterek

ii, Indexek – A PTV_{ref}



V. Paraméterek

ii, Indexek

- **CI** (Coverage Index): a PTV ref.D általi lefedettsége (≤ 1)

$$CI = \frac{V_{100}}{100}$$

- **DHI** (Dose Homogeneity Index): dózishomogenitás

$$DHI = \frac{V_{100} - V_{150}}{V_{100}}$$

- **DNR** (Dose Non-uniformity Ratio): dózis-egyenetlenség

$$DNR = \frac{V_{150}}{V_{100}}$$

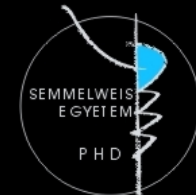
- **COIN** (Conformal Index): konformalitás

- **EI** (External Index): a legalább ref.D-t kapott normál szövet/ V_{PTV}

$$COIN = \frac{PTV_{ref}}{PTV} \cdot \frac{PTV_{ref}}{V_{ref}} =$$

- **TRAK** (Total Reference Air Kerma): a ref. levegő Kerma és a besugárzási idők szorzatának összege minden besugárzási pozícióra (cGy/m)

$$= CI \cdot \frac{PTV_{ref}}{V_{ref}} = \frac{V_{100}^{Organ}}{V_{100}^{Implant}}$$



VI. Eredmények

A tűzdelés dozimetriai paramétereit (n=28)

Dozimetriai paraméterek	Átlag	Medián	Tartomány
Katéterek száma	14	14	8-22
Katátérsíkok száma	4	4	3-5
V_{ref}	75.3 cm ³	70.3 cm ³	26.6-137.4 cm ³
$V_{1.5xref}$	24.4 cm ³	23.2 cm ³	9.2-42.4 cm ³
$V_{1.5xMCD}$	8.3 cm ³	7.1 cm ³	4.5-21.4 cm ³
DNR	0.33	0.34	0.25-0.41
TRAK	0.20 cGy/1m	0.20 cGy/1m	0.11-0.30 cGy/1m

VI. Eredmények

A céltérfogat
és a védendő
szervek
dozimetriai
paramétere

Dozimetriai paraméterek	Átlag	Medián	Tartomány
V_{PTV}	63.1 cm ³	61.9 cm ³	17.2-124 cm ³
PTV_{ref}	57.2 cm ³	55.9 cm ³	15.2-118.1 cm ³
V90	96%	96%	93-100%
V100	91%	91%	90-96%
V150	33%	33%	23-45%
V200	12%	11%	7-22%
D90	102%	101%	99-107%
D100	69%	68%	53-92%
DHI	0.64	0.63	0.50-0.76
COIN	0.68	0.69	0.51-0.88
EI	0.32	0.31	0.14-0.69
bőr: D_{max}	53%	54%	18-75%
tüdő: D_{max}	42%	39%	18-75%
V_{5Gy}	42.6 cm ³	26.1 cm ³	0-160 cm ³
V_{10Gy}	4.8 cm ³	0.4 cm ³	0-39.5 cm ³
V_{15Gy}	0.5 cm ³	0 cm ³	0-7.9 cm ³
szív: D_{max}	21%	20%	4-40%
V_{5Gy}	8.0 cm ³	1.5 cm ³	0-33.5 cm ³
V_{10Gy}	0.1 cm ³	0 cm ³	0-0.3 cm ³

VI. Eredmények

A különböző
optimalizálási
módszerek
dozimetriai
paramétereit

Dozimetriai paraméterek	Geometriai és grafikus optimalizáció	Dózis-pont optimalizáció	p-érték
V_{ref}	$75.3 \pm 32.5 \text{ cm}^3$	$64.3 \pm 30.3 \text{ cm}^3$	< 0.0001
$V_{1.5\text{xref}}$	$24.4 \pm 9.7 \text{ cm}^3$	$35.5 \pm 17.2 \text{ cm}^3$	< 0.0001
DNR	0.33 ± 0.04	0.54 ± 0.03	< 0.0001
V100	$91\% \pm 1.6\%$	$88\% \pm 5.3\%$	0.0013
V150	$33\% \pm 5.4\%$	$54\% \pm 4.2\%$	< 0.0001
D90	$102\% \pm 2.1\%$	$96\% \pm 8.9\%$	0.0028
D100	$69\% \pm 9.7\%$	$60\% \pm 10.6\%$	0.0005
DHI	0.64 ± 0.06	0.38 ± 0.03	< 0.0001
COIN	0.68 ± 0.07	0.77 ± 0.07	< 0.0001
bőr: D_{max}	$53\% \pm 14.1\%$	$48\% \pm 13.5\%$	0.0011
tüdő: D_{max}	$42\% \pm 17\%$	$41\% \pm 15.1\%$	0.1952
$V_{5\text{Gy}}$	$42.6 \pm 40.7 \text{ cm}^3$	$35.4 \pm 35.8 \text{ cm}^3$	0.0868
szív: D_{max}	$21\% \pm 10.9\%$	$21\% \pm 11.6\%$	0.3522
$V_{5\text{Gy}}$	$8.0 \pm 12.7 \text{ cm}^3$	$6.1 \pm 13.1 \text{ cm}^3$	0.6679
TRAK	$0.20 \pm 0.05 \text{ cGy/1m}$	$0.20 \pm 0.06 \text{ cGy/1m}$	0.4901

VII. Következtetések

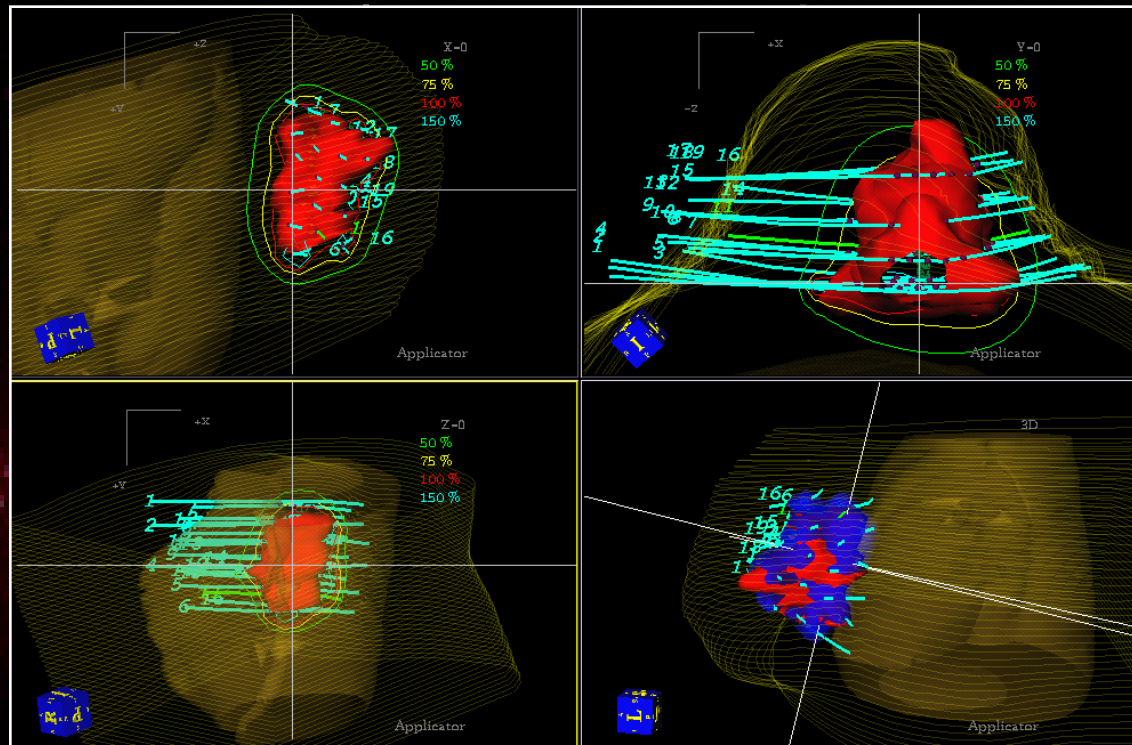
- ✦ a CT-re alapozott besugárzástervezés valamennyi esetben megfelelő dóziseloszlást eredményezett a lefedettség, a homogenitás és a konformitás szempontjából
- ✦ a védendő szervek dózisa is a megengedett értékek alatt maradt

VII. Következtetések

- ✦ a konformális dózistervezés nem javította sem a céltérfogat lefedettségét, sem a dóziseloszlás homogenitását
- ✦ szignifikánsan nagyobb konformalitást eredményezett
- ✦ a bőr dózisa is kis mértékben csökkent

VII. Következtetések

A konformalitás és a homogenitás közötti megfelelő kompromisszum megtalálása a céltérfogat és a védendő szervek dózis-térfogat paramétereit valamint a klinikai mellékhatások közötti összefüggések további vizsgálatát teszi szükségessé!



***Köszönöm a megtisztelő
figyelmet!***