



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

Václav Novák

Oddělení lékařské fyziky a radiační ochrany

Fakultní nemocnice Olomouc

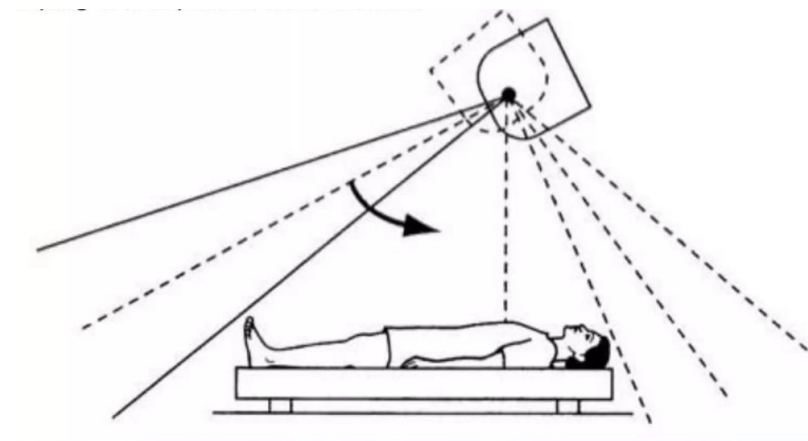
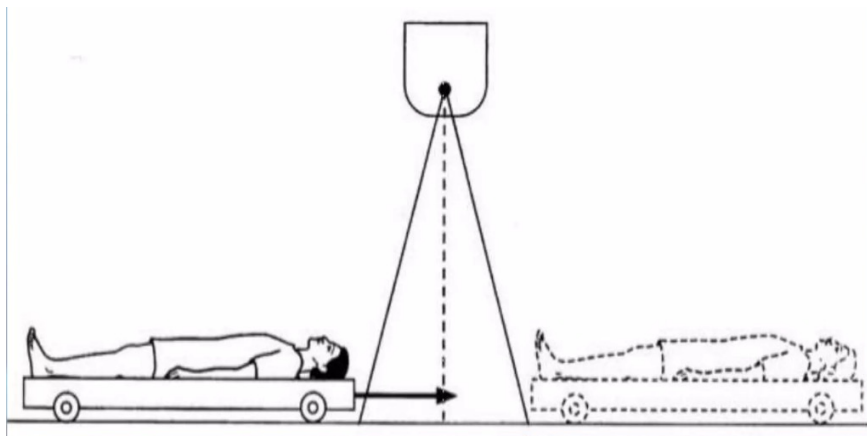
vaclav.novak@fnol.cz

TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- součást přípravy na transplantaci krvetvorných buněk
- celá řada frakcionačních schémat
 - myeloablace: 12-15 Gy v 6 až 8 frakcích (i 2x denně)
 - nízká dávka + chemoterapie = imunosuprese: 2-6 Gy v 1 až 4 frakcích

TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

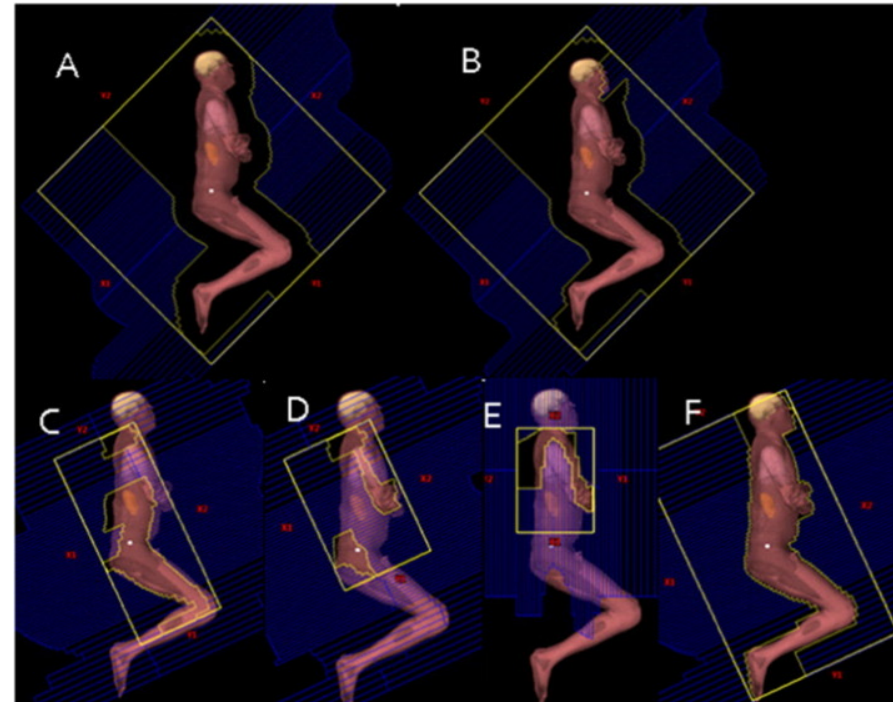
- **Řada různých technik**
→ rovná deska, nestandardní SSD



→ kolébka

TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- Řada různých technik
→ “IMRT” při velkém SSD



Fog L. S. et al, *A step and shoot intensity modulated technique for total body irradiation*, Technical Innovations & Patient Support in Radiation Oncology 10, 2019

TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Nejistoty:**

- dávkové distribuce naměřené ve fantomu **X** velké rozdíly v tloušťce těla
- dávkové distribuce naměřené ve fantomu **X** vnitřní tkáňové nehomogenity
- imobilizace celého pacienta
- “nestandardní“ ozařovací podmínky **X** dozimetrie při velkém SSD
- “nestandardní“ ozařovací podmínky **X** speciální vybavení

TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Cíl/motivace:**

- univerzálnost, žádný speciální přístup, žádné speciální vybavení/pomůcky, výbava na výrobu stínících bloků
- ozáření v běžných podmínkách, standardní SSD, standardní velikosti polí, není potřeba speciálních dozimetrických měření nebo verifikace pomocí TLD apod.
- dávková distribuce uvnitř pacienta
- vykrytí plic, ledvin, očí při vysokodávkové TBI

→ VMAT

TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Výhody VMAT**

- dávková distribuce uvnitř konkrétního pacienta (zároveň i “nevýhoda” – vidíme, jak to “skutečně” vypadá)
- nastavení a verifikace polohy pomocí CBCT
- není potřeba žádné speciální vybavení (TLD, stínící bloky, kolébka, speciální pojízdný stůl, plexisklo)

- **Ale!**

- max. délka ozářené oblasti cca 120cm
- nutné otočit pacienta (HFS a FFS poloha), tj. 2 plánovací CT

TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

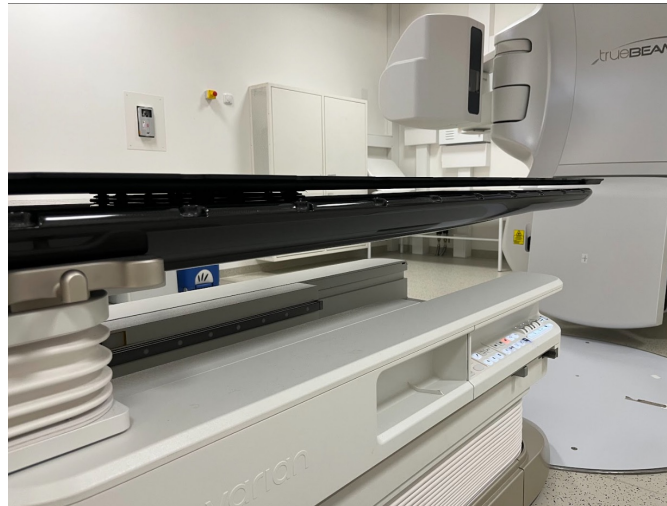
- **První pacient**
 - BlueBAG vakuový polštář
 - nízká reprodukovatelnost polohy



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Současná technika**

→ druhá karbonová deska + otočný mechanismus “Davidovo axiální ložisko”



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Současná technika**

→ polohování/fixace: velká otevřená maska na hlavu

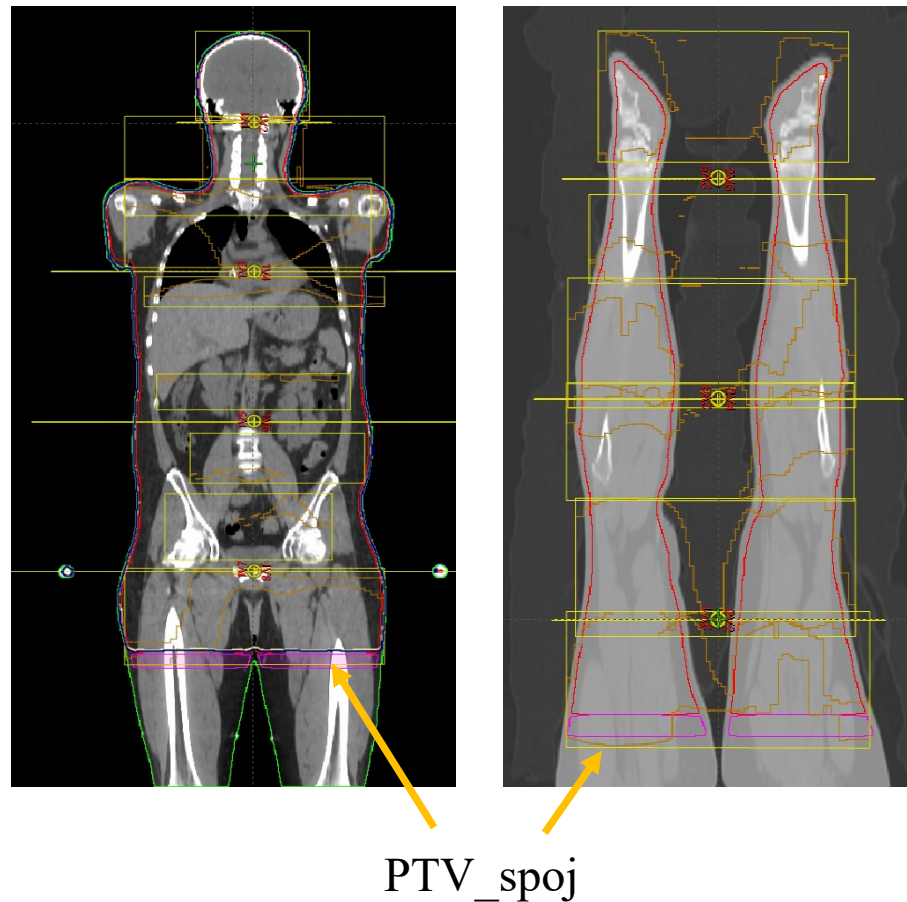
+ malý BlueBAG pod nohy



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Současná technika**

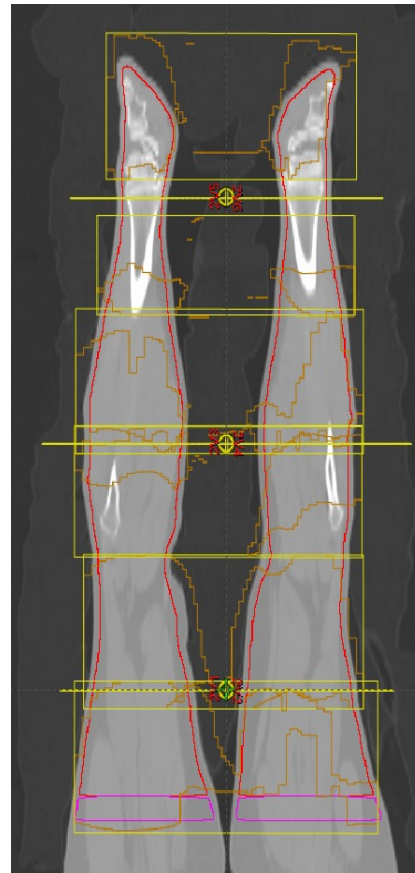
→ plánování: 2x PTV (PTV tělo a PTV nohy), kontura PTV_spoj



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Současná technika**

→ plánování: umístění izocenter



- vzdálenost izocenter 25cm
- pole otevřeno od izocentra na 1cm a 16 cm
- překryv polí mezi izocentry cca 7cm

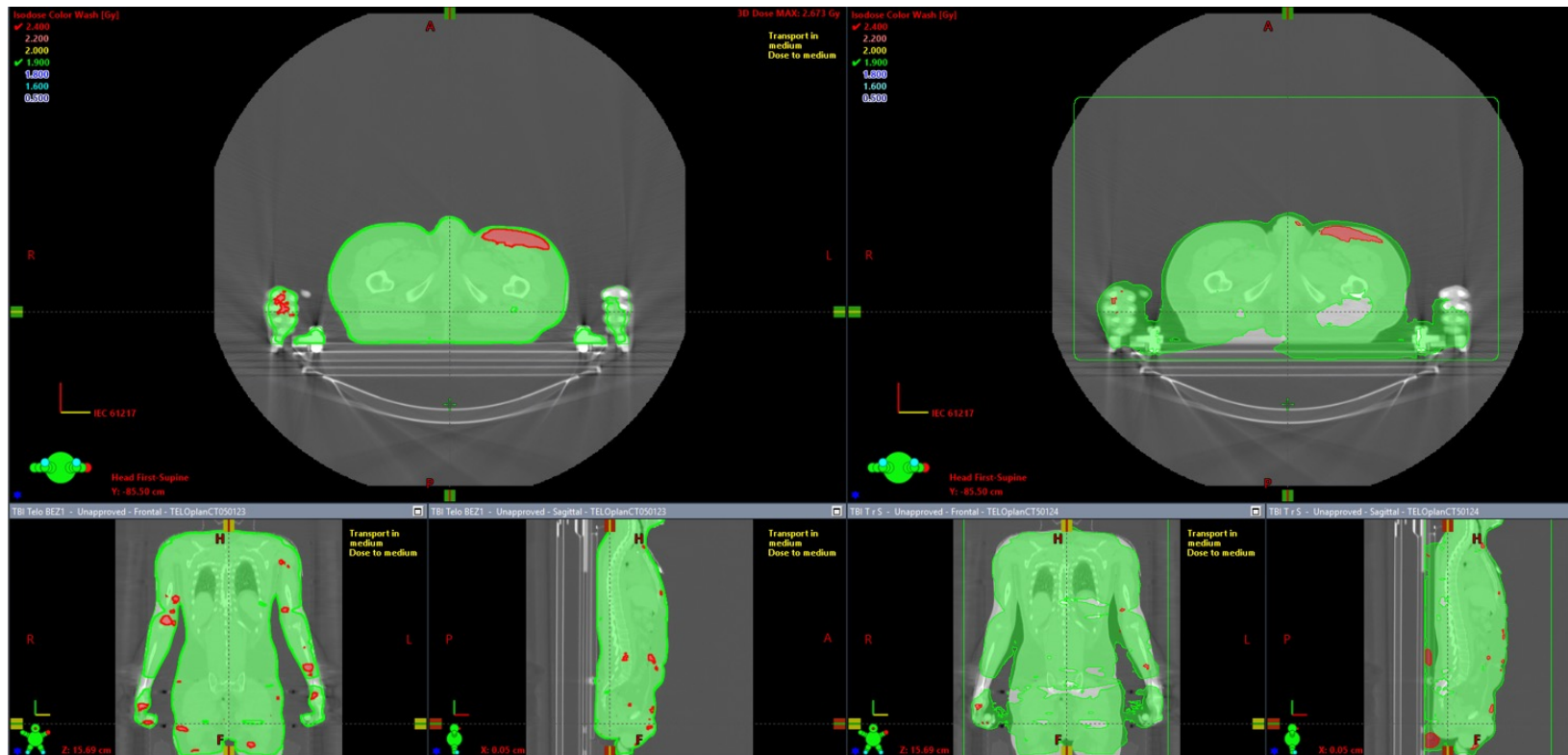
TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Současná technika**

→ plánování: kontura BODY (definuje výpočetní objem), kovové artefakty

BODY=pacient

BODY=kvádr (pouze přepočet)



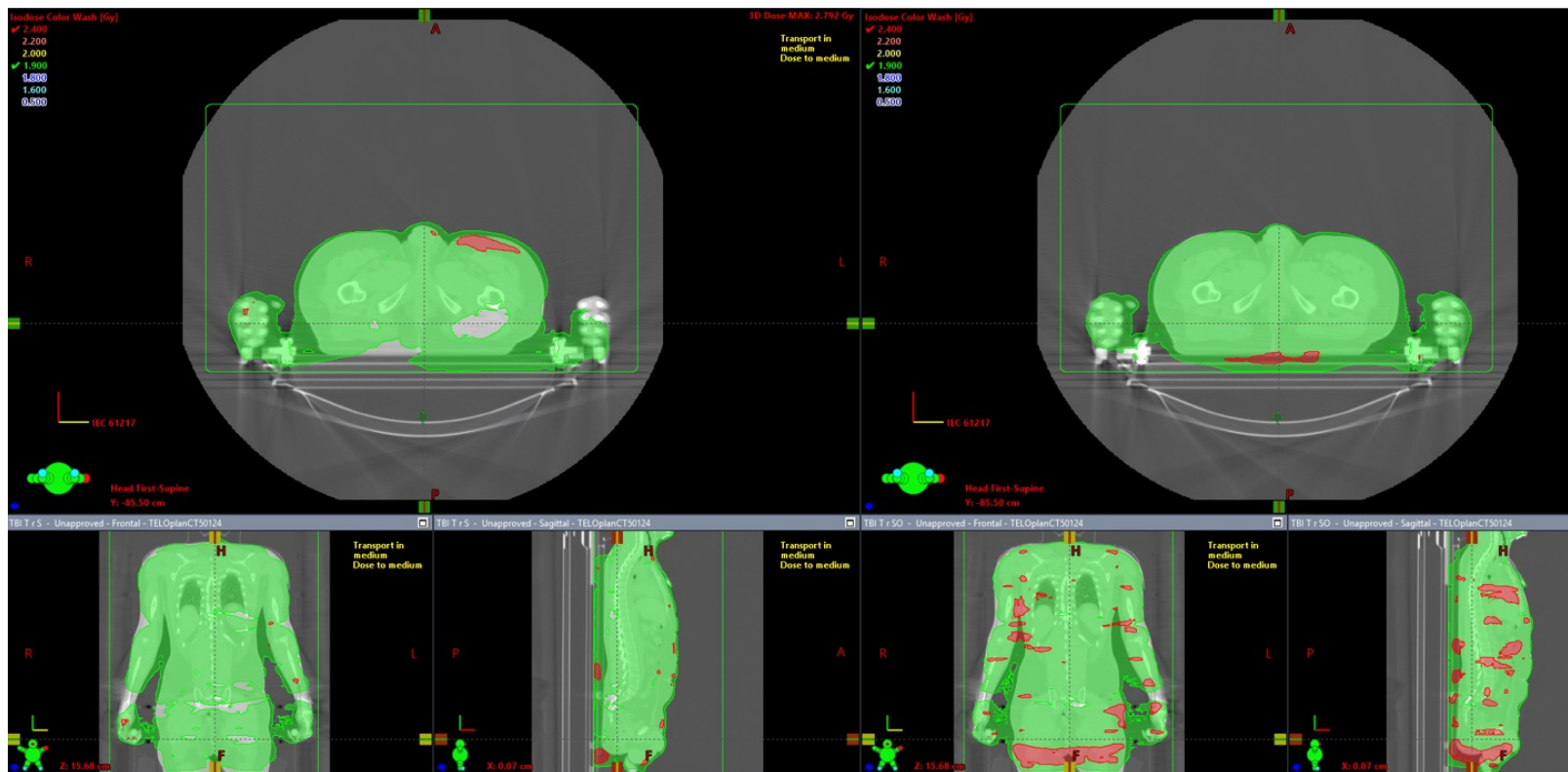
TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Současná technika**

→ plánování: kontura BODY (definuje výpočetní objem), kovové artefakty

BODY=kvádr (pouze přepočít)

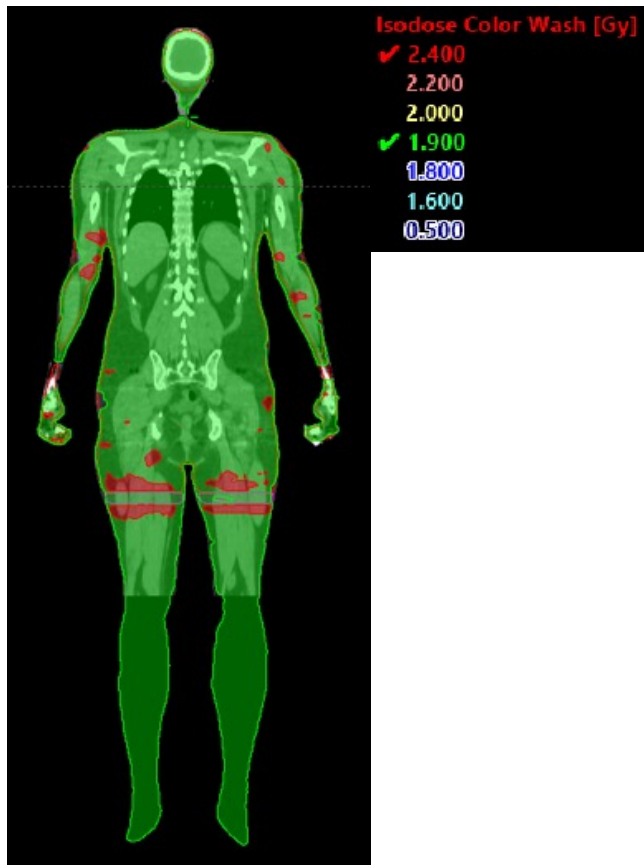
BODY=kvádr (optimalizace)



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Současná technika**

→ plánování: 2x PTV (PTV tělo a PTV nohy), kontura PTV_spoj



Clinical Goals

Plan			TBI Telo
Total Dose			2.000 Gy
Clinical Goal Summary			1 0 5
● PTVtelo	P1	V 90.0 % ≥ 90.0 %	99.33 %
	P1	V 95.0 % ≥ 95.0 %	98.80 %
	P1	Dmax < 130.0 %	134.35 %
	P1	Dmean ≤ 110.0 %	109.29 %
● Lens_L	P2	Dmax < 2.00 Gy	1.95 Gy
● Lens_R	P2	Dmax < 2.00 Gy	1.98 Gy

Clinical Goals

Plan			TBI Nohy
Total Dose			2.000 Gy
Clinical Goal Summary			0 0 4
● PTVnohy	P1	V 90.0 % ≥ 90.0 %	98.85 %
	P1	V 95.0 % ≥ 95.0 %	98.14 %
	P1	Dmax < 130.0 %	125.01 %
	P1	Dmean ≤ 110.0 %	107.98 %

TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

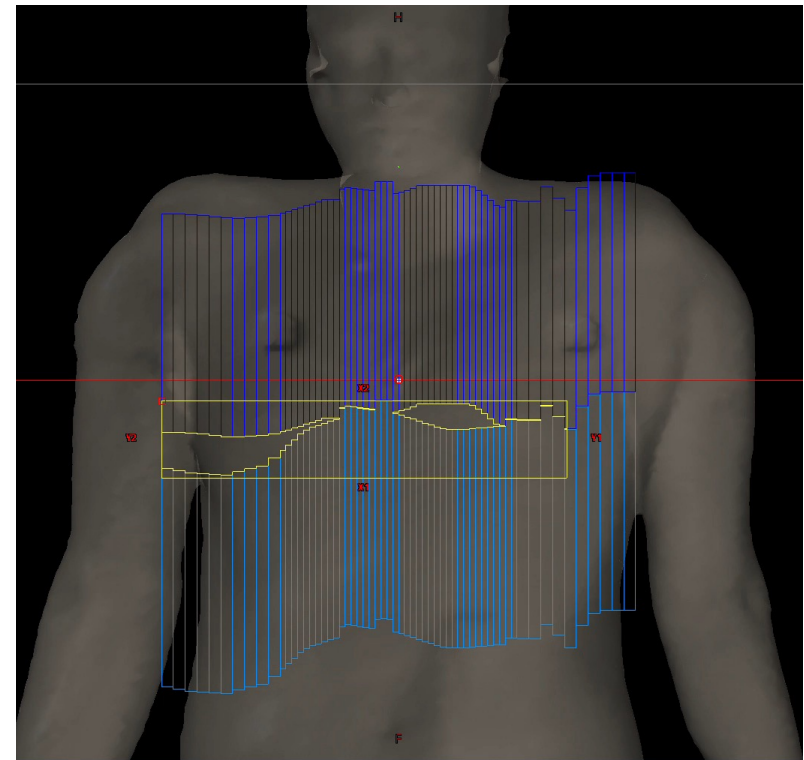
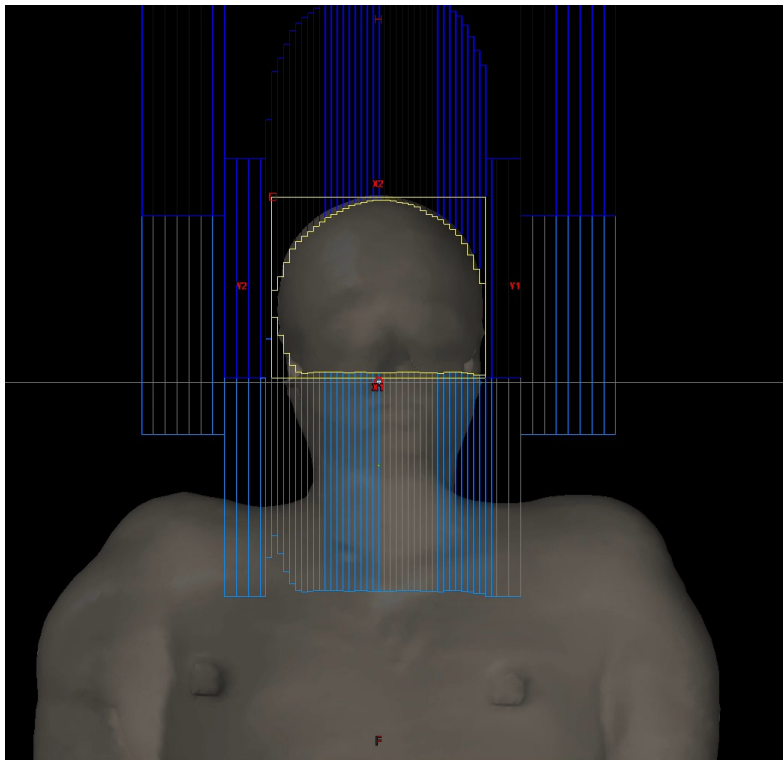
- Současná technika**

→ zatím pouze 6 pacientů

Pacient	Počet izocenter (tělo + nohy)	Počet 360° kyvů (tělo + nohy)	Nominální energie svazku [MV]	Počet MU (tělo + nohy)	Mean dose [Gy]	Index homogeneity (ICRU 83)	Doba ozařování (včetně CBCT)
1	4 + 4	8 + 6	10	4192	2,169	0,21	1h32m
2	4 + 3	8 + 5	10	3350	2,181	0,17	1h06m
3	4 + 3	8 + 5	10	3984	2,209	0,22	1h22m
4	4 + 4	8 + 6	10	3937	2,175	0,21	0h59m
5	4 + 3	8 + 6	10	4475	2,197	0,22	1h25m
6	4 + 3	7 + 6	10	3721	2,269	0,27	1h04m

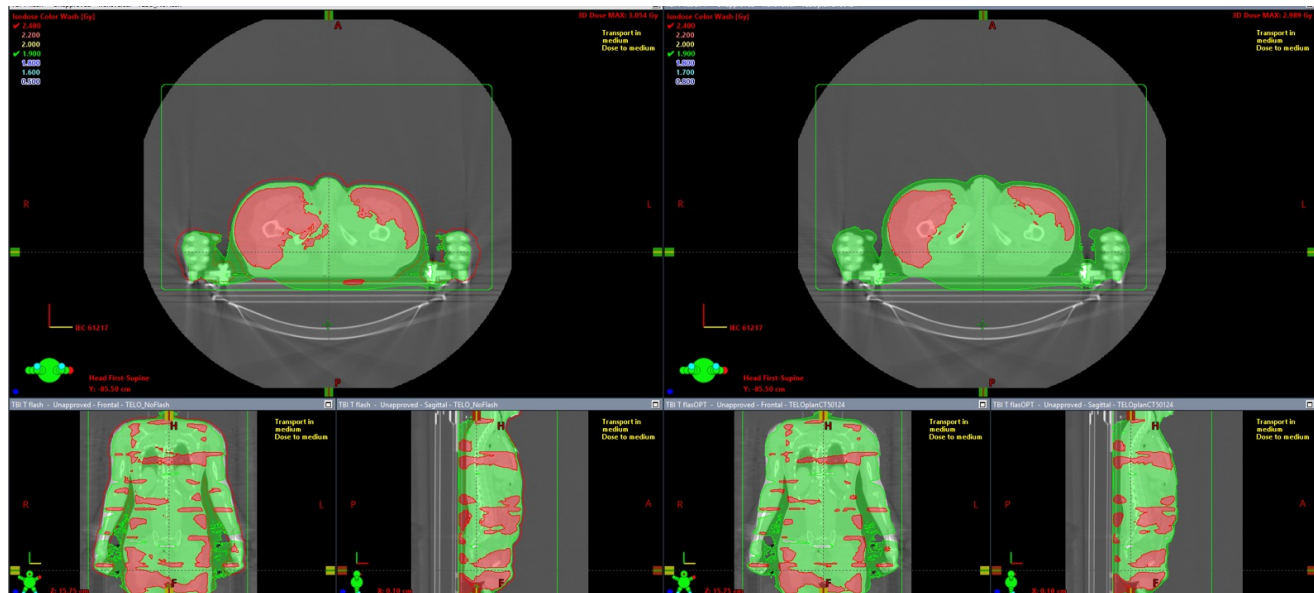
TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Vyšší robustnost proti běžné VMAT technice/ pilíře TBI**
→ velké segmenty - nastavení Aperture shape controller na „moderate“



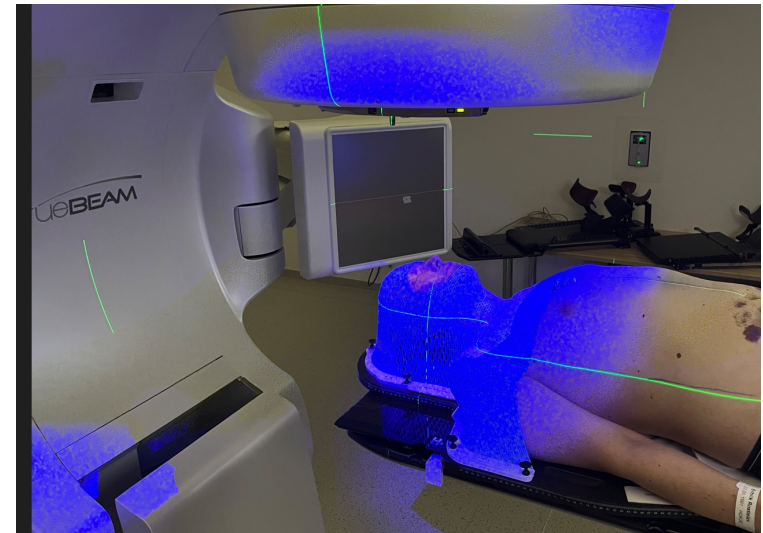
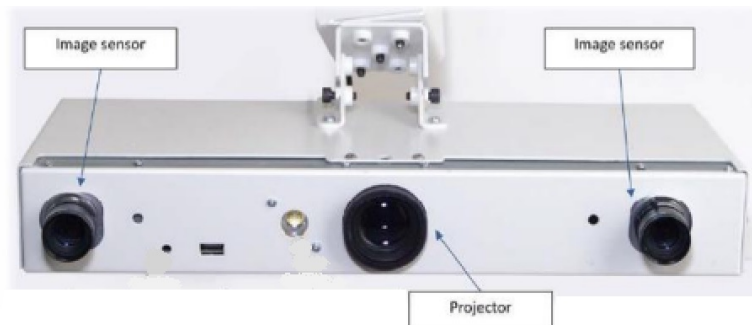
TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Vyšší robustnost proti běžné VMAT technice/ pilíře TBI**
 - změny v poloze a velikosti pacienta, dýchání
 - flash margin/virtuální bolus kolem celého pacienta : tloušťka 15mm; -500 HU
 - minimálně ovlivňuje dávkovou distribuci uvnitř pacienta, kompenzace posunu izocentra až do 10mm



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Vyšší robustnost proti běžné VMAT technice/ pilíře TBI**
→ nastavení pacienta a online kontrola jeho polohy pomocí SGRT – Varian Identify



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

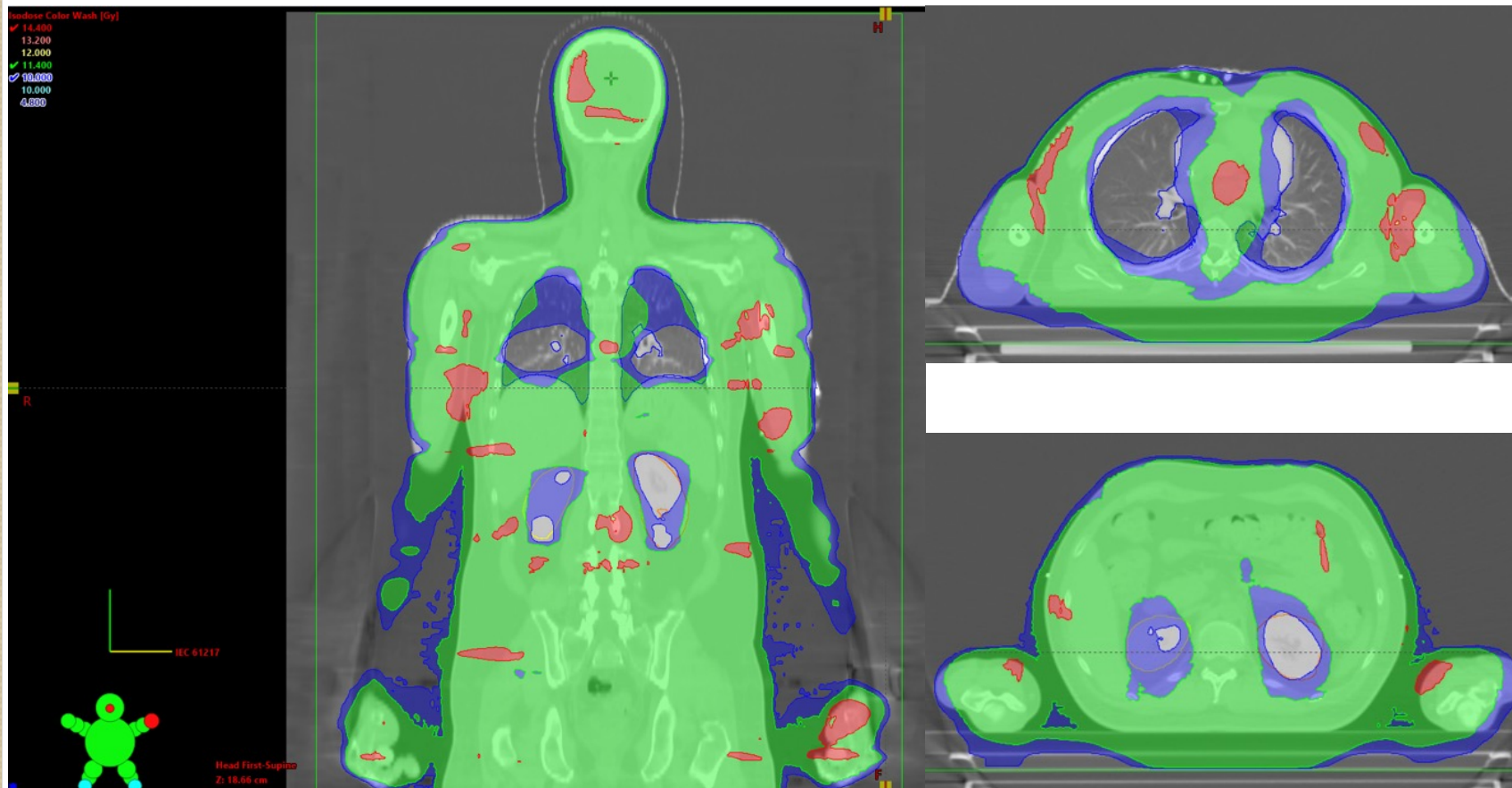
- **Vyšší robustnost proti běžné VMAT technice/ pilíře TBI**
→ nastavení pacienta a online kontrola jeho polohy pomocí SGRT – Varian Identify



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- Příprava na “vysokodávkové“ TBI

→ tj. i vykrytím plic a ledvin (požadavek mean dose < 10Gy)



TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- Příprava na “vysokodávkové” TBI

→ tj. i vykrytím plic a ledvin (požadavek mean dose < 10Gy)

Clinical Goals				TBI T r 12Gy5		
Plan				12.000 Gy		
Total Dose				12.000 Gy		
Clinical Goal Summary				2	1	6
● PTVtelo12Gy	P1	Dmax < 150.0 %		133.03 %		
	P1	V 90.0 % ≥ 90.0 %		98.88 %		
	P1	Dmean ≤ 110.0 %		109.77 %		
● BODY	P1	Dmax < 150.0 %		149.58 %		
● Kidney_L	P2	Dmean < 10.00 Gy		9.80 Gy		
● Kidney_R	P2	Dmean < 10.00 Gy		9.91 Gy		
● Lens_L	P2	Dmax < 2.00 Gy		7.94 Gy		
● Lens_R	P2	Dmax < 2.00 Gy		8.09 Gy		
● Lungs	P2	Dmean < 8.00 Gy		9.86 Gy		

TBI technikou VMAT ve FN Olomouc

- **Do budoucna**

- in vivo portálová dozimetrie

- optimalizace rozložení izocenter (skripting?)

- optimalizace otáčení pacienta



Děkuji za pozornost