



Protokol č. SÚRO/SOP20/..../... z prověrky moderních radioterapeutických metod

Státní ústav radiální ochrany, v.v.i., provedl tuto prověrku v rámci programového projektu TA ČR Beta č. TB01SUJB071: Výzkum ozáření populace a optimalizace radiální ochrany při lékařském ozáření v České republice.

Prověrka byla provedena podle Metodiky prověrky moderních radioterapeutických metod (SOP20), vypracované v souladu s doporučením IAEA TRS 398.

Název a adresa prověřovaného pracoviště:

Datum provedení prověrky:

Prověrku provedli:

Prověrku koordinoval:

Místní fyzik:

Použité přístroje: Fantom malé pánve
QUASAR antropomorfní fantom
Unidos 10002 v. č. 20574
Unidos 10002 v. č. 20372
Komora PTW 30013 v. č. 6238
Komora CC01 v. č. 6040
Komora PTW 31002 v. č. 0847 (Semiflex)
Gafchromické filmy EBT2

Charakteristika prověřovaného zařízení a ozařovací techniky

Ozařovač:

Nominální energie svazku: MV

Technika radioterapie prostaty:

Terapeutický plánovací systém:

Algoritmus pro výpočet dávky:

Algoritmus pro korekci na nehomogenity:

Počet lamel MLC:

Podklady prověrky

Vyplněný dotazník k prověrce moderních radioterapeutických metod včetně podkladů v elektronické a papírové formě. Údaje uvedené v dotazníku vycházejí z dat získaných z plánovacího systému. Dávky a vybrané parametry stanovené při prověrce byly porovnány s hodnotami uvedenými v dotazníku.

Výsledky prověrky

Odchylky jsou vyjádřeny vztahem:

$$\Delta [\%] = 100 * (X_{\text{stanovená}} - X_{\text{pracoviště}}) / X_{\text{pracoviště}}$$

kde $X_{\text{stanovená}}$ je stanovená hodnota dávky, referenční objem, resp. referenční RED (relativní elektronová hustota)

a $X_{\text{pracoviště}}$ je hodnota dávky, objemu, resp. RED odečtená pracovištěm z plánovacího systému.

Odchylka CT čísel je vyjádřena vztahem:

$$\Delta [\text{HU}] = X_{\text{CT}} - X_{\text{TPS}}$$

kde X_{CT} je CT číslo odečtené z CT konzole (hodnota stanovená) a X_{TPS} je CT číslo odečtené z plánovacího systému (hodnota pracoviště).

Hodnoty dávek a dalších parametrů stanovených prověrkou a udaných pracovištěm jsou uvedeny v *Záznamovém a výpočetním formuláři pro prověrku moderních radioterapeutických metod* (v Excelu). Souhrn výsledků, včetně tolerancí, je uveden v následující tabulce. Odchylky překračující toleranci jsou vyznačeny šedě.

Souhrn výsledků prověrky moderních radioterapeutických metod

kontrolovaný parametr	hodnota stanovená	hodnota pracoviště	odchylka	tolerance
kalibrace svazku (dávka v referenčním bodě)				± 2%
dávky stanovené na základě křížové kalibrace komor pomocí komory PTW 30013				
celková dávka v cílovém objemu v bodě X_{PTV}				± 3%
celková dávka v cílovém objemu v bodě $X_{\text{PTV}+1\text{cm}}$				± 3%
celková dávka v cílovém objemu v bodě $X_{\text{PTV}+3\text{cm}}$				± 3%
celková dávka ve stěně rekta* v bodě $X_{\text{rec:wall}}$				< 0
celková dávka v rektu v bodě X_{rec}				±5%

dávky stanovené na základě kalibrace komor pomocí plánovacího systému				
celková dávka v cílovém objemu v bodě X_{PTV}				$\pm 3\%$
celková dávka v cílovém objemu v bodě $X_{PTV+1cm}$				$\pm 3\%$
celková dávka v cílovém objemu v bodě $X_{PTV+3cm}$				$\pm 3\%$
celková dávka ve stěně rekta* v bodě $X_{rec,wall}$				< 0
celková dávka v rektu v bodě X_{rec}				$\pm 5\%$
gama skóre (pro akceptační kritéria 4%/3mm)		-	-	$\geq 90\%$
objem PTV	311,1 cm ³			$\pm 10\%$
objem močového měchýře	87,2 cm ³			$\pm 10\%$
objem rekta	138,2 cm ³			$\pm 10\%$
objem těla (Body)	13266,0 cm ³			$\pm 10\%$
RED pro plíce	0,190			$\pm 10\%$
RED pro polyetylen	0,945			$\pm 10\%$
RED pro vodu	1,002			$\pm 10\%$
RED pro řídkou kost	1,117			$\pm 10\%$
RED pro hustou kost	1,512			$\pm 10\%$
shoda CT čísel pro plíce				± 20 HU
shoda CT čísel pro polyetylen				± 20 HU
shoda CT čísel pro vodu				± 20 HU
shoda CT čísel pro řídkou kost				± 20 HU
shoda CT čísel pro hustou kost				± 20 HU

Poznámky:

- Celková dávka představuje absorbovanou dávku na frakci ze všech polí.
- *Celková dávka stanovená ionizační komorou Semiflex v bodě X_{rec} uvnitř rekta by neměla překročit hodnotu dávky odečtenou plánovacím systémem v bodě $X_{rec,wall}$ ve stěně rekta.
- Za účelem vyhodnocení gama analýzy byly gafchromické filmy EBT2 skenovány na skeneru Epson V750. Gama analýza (globální) byla provedena v programu OmniPro 1mRT. Vypočtené a změřené dávky se znormalizovaly tak, že 100% dávky bylo v pevném referenčním bodě („nulovém bodě“) vypočtené distribuce. Nulový bod se nacházel ve středu dané transverzální roviny fantomu.
- Maximální odchylka dávky v bodě X_{PTV} pro jednotlivá pole je ...%. Tolerance pro odchylku jednotlivých polí je $\pm 5\%$, překročení lze akceptovat u maximálně jednoho pole.

Rozbor nejistot

Pro vysokoenergetické fotonové svazky je kombinovaná standardní nejistota stanovení absorbované dávky za referenčních podmínek v souladu s protokolem TRS 398 odhadnuta na 1,5% (kombinovaná standardní nejistota kalibračního faktoru v SSDL je 0,55%) pro 1σ .

Nejistota stanovení dávky při ověřování kalibrace svazku měřením ve fantomu malé pánve (PMMA) a aplikováním korekce na materiál fantomu je rovněž 1,5%, neboť vliv nejistoty spojené s korekcí na materiál fantomu je zanedbatelný.

Nejistota stanovení dávky při ověřování plánu radioterapie prostaty v bodech v PTV resp. v bodě X_{rec} komorou CC01 resp. Semiflex je pak odhadnuta na 1,8% (1σ).

Nejistota filmové dozimetrie pomocí gafchromických filmů je pro účel posouzení shody změřených dávek s dávkami vypočtenými plánovacím systémem 1,7% (pro 1σ) pro body uvnitř cílového objemu. Nejvýznamnějším zdrojem této nejistoty je nehomogenita odezvy skeneru. Na okraji a vně cílového objemu může být celková nejistota vlivem vyšší nehomogenity odezvy skeneru až 2,4%.

Závěr

a) je-li vše v toleranci

Všechny odchylky ověřovaných parametrů leží v povolené toleranci.

Při prověrce moderních radioterapeutických metod byla ověřena shoda udané a měřené dávky v bodě v cílovém objemu a nepřekročení deklarované dávky v kritickém orgánu při radioterapii prostaty technikou IMRT.

Prověrka moderních radioterapeutických metod neodhalila nedostatky související s realizací radioterapie prostaty technikou IMRT.

b) není-li vše v toleranci, ale jedná se o méně závažné věci

Odchylka pro relativní elektronovou hustotu pro materiál simulující plíce překročila toleranci. Toleranci nevyhověl také výsledek gama analýzy. Ostatní ověřované parametry leží v toleranci.

komentář

Při prověrce moderních radioterapeutických metod byla ověřena shoda udané a měřené dávky v bodech v cílovém objemu a nepřekročení deklarované dávky v kritickém orgánu při radioterapii prostaty technikou IMRT.

Prověrka moderních radioterapeutických metod neodhalila závažné nedostatky související s realizací radioterapie prostaty technikou IMRT.

c) není-li vše v toleranci a jedná se o závažné věci

Odchylka dávky v referenčním bodě (stanovené při ověření kalibrace svazku) překročila toleranci. Toleranci překročily také odchylky celkové dávky v cílovém objemu v bodech X_{PTV} a X_{PTV+1} . Odchylky ostatních ověřovaných parametrů leží v toleranci.

komentář

Při prověrce moderních radioterapeutických metod bylo ověřeno nepřekročení deklarované dávky v kritickém orgánu při radioterapii prostaty technikou IMRT, ale byl zjištěn nesoulad mezi změřenými a vypočtenými dávkami v bodech v cílovém objemu. Nesoulad byl zjištěn také mezi změřenou a vypočtenou dávkou v referenčním bodě při ověření kalibrace svazku.

Prověrka moderních radioterapeutických metod odhalila při realizaci radioterapie prostaty technikou IMRT *odchylku v dávce v bodě v PTV oproti plánovacímu systému mírně převyšující toleranci.*

V Praze dne

Ing. Ivana Horáková, CSc.
vedoucí Odboru lékařských expozic