

Doporučení SÚJB

Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii – lineární urychlovače pro 3D konformní radioterapii a IMRT – 2006

OPRAVA A DOPLNĚNÍ

1.4.2010

Tato oprava byla vytvořena na základě zkušeností s prováděním nezávislých prověrek jakosti a zkoušek provozní stálosti lineárních urychlovačů a na základě závěrů ze schůze držitelů povolení pro provádění přejímacích zkoušek a zkoušek dlouhodobé stability lineárních urychlovačů pro radioterapii dne 27.5.2008 na SÚJB a schůzky dne 11.3.2010 na SÚRO.

Změny a doplnění textu jsou psány kurzívou.

3. MINIMÁLNÍ SEZNAM TESTŮ PRO ZKOUŠKY PROVOZNÍ STÁLOSTI, ZKOUŠKY DLOUHODOBÉ STABILITY A PŘEJÍMACÍ ZKOUŠKY

Rozsah a frekvence zkoušek provozní stálosti a zkoušek dlouhodobé stability by měly vycházet z rozsahu doporučeného při přejímací zkoušce daného zařízení. Rozsah udávaný při přejímací zkoušce musí vycházet z požadavků českých technických norem, průvodní technické dokumentace od výrobce a doporučení SÚJB.

Pokud pracoviště změní oproti doporučení SÚJB frekvenci nebo toleranci u některých zkoušek, nebo namísto hlavních poloh ozařovače chce provádět zkoušku pouze v základní poloze ozařovače, příp. některé zkoušky úplně vynechá, musí být toto v dokumentaci předkládané k posouzení zdůvodněno, přičemž toto zdůvodnění musí být podloženo např. dlouhodobou analýzou výsledků zkoušek provozní stálosti pro daný parametr provedených na daném ozařovači v minulosti. Vždy je však nutné v rámci zkoušek provozní stálosti provádět denní a měsíční zkoušky. Na provádění zkoušek provozní stálosti by se měli podílet nejen radiologičtí fyzici, ale i radiologičtí technici příp. radiologičtí asistenti.

Pokud pracoviště chce měnit rozsah, frekvenci nebo pracovní postup ve stávajících (již posouzených) metodikách, musí to provést způsobem popsáním ve svém Programu zabezpečování jakosti (PZJ). Pokud tam tento způsob není popsán nebo je nevyhovující, je nutné udělat změnu PZJ.

Pro měření charakteristik radiačního pole (homogenity a symetrie) a stability energie svazku lze použít elektronická zařízení (např. pole detektorů) za předpokladu, že je zajištěna návaznost a ověřována stabilita odezvy těchto zařízení.

Ověření absorbované dávky pro fotony a elektrony při měsíčních kontrolách se provádí ionizační komorou ve vodním fantomu nebo jinou nezávislou dozimetrickou metodou, odlišnou od té, která se používá pro denní kontroly. Takový nezávislý systém ověřuje stabilitu absorbované dávky. Musí být dávkově zkalibrován minimálně jednou ročně a musí být známa jeho dlouhodobá stabilita (odchylky do 2% od měření ionizační komorou). V případě zjištěné odchylky překračující toleranci je nutné provést měření ionizační komorou ve vodním fantomu. Rovněž recalibraci lineárního urychlovače (dávka, energie, symetrie) je nutné dělat na základě měření ionizační komorou ve vodním fantomu.

Ověření homogenity a symetrie radiačního pole, energetických parametrů svazku záření a stanovení absorbované dávky dle TRS 398 je nutné provádět ionizační komorou ve vodním fantomu v rámci zkoušek provozní stálosti minimálně jednou ročně.

Pracoviště musí mít vypracované metodiky zkoušek lineárního urychlovače včetně všeho příslušenství, např. MLC, EPID, kV zobrazovacího systému, respiratory gating, a včetně plánovacího systému a simulátoru.

Na pracovištích, kde se provádí ozařování pacientů technikou IMRT, musí být postup předléčebné verifikace IMRT plánů zdokumentován v PZJ nebo navazující dokumentaci. Nezávislou dozimetrickou kontrolu IMRT plánů je nutné dělat pro každého pacienta.

Po údržbě nebo opravě daného zařízení, je nutné provést testy těch parametrů, které mohly být zásahem ovlivněny.

3.5 Stabilita transmise MLC

Metodika měření zůstává stejná, mění se pouze tolerance.

Při nezávislé prověrce by se změřená hodnota transmise $T = D_{tran}/D_{ref}$ měla od hodnoty udané pracovištěm lišit o maximálně 0,2% (pro rozdíl obou hodnot). Při zkouškách provozní stálosti a zkouškách dlouhodobé stability by měl být maximální rozdíl mezi referenční a změřenou hodnotou 0,1% u systémů, kdy je hodnota transmise MLC zahrnuta ve výpočtu dávkové distribuce.

3.6 Stabilita dozimetrické separace lamel

Při nezávislé prověrce se používají soubory s IMRT poli, kdy se pohybují štěrbin o různých tloušťkách zleva doprava.

Do IMRT fantomu, do referenční hloubky a středu světelného pole se svým středem umístí ionizační komora typu Farmer do vzdálenosti SAD (SSD) běžně užívané v praxi tak, aby její osa byla kolmá na směr pohybu listů MLC.

Sekundární clony se nastaví na velikost pole 10 x 10 cm², provede se ozáření soubory o různých tloušťkách štěrbin, vždy s nastavením takového počtu MU, které odpovídá ozáření dávkou 2 Gy v referenčních podmínkách. Odečtou se relativní hodnoty R_x z displeje elektrometru připojeného k ionizační komoře odpovídající konkrétní šířce štěrbin x .

Odezvy se korigují na transmisi přes lamely MLC. Transmise je různá pro každou šířku proužku, tj. korigovanou odezvu získáme ze vztahu:

$$R_{kor(x)} = R_x - D_{tran} \left(\frac{120 - x}{120} \right)$$

kde x je šířka proužku v mm, D_{tran} je průměrná hodnota odečtů pod zastíněným polem oběma řadami lamel MLC (získaná v předchozím testu 3.5).

Pozn. Způsob stanovení $R_{kor(x)}$ je vždy spjatý s konkrétním typem souborů se štěrbinami různých šířek, proto uvedený vztah nelze univerzálně používat. Hodnota 120 ve výpočtu je stanovena proto, že se při nezávislé prověrce používají soubory, kde středy štěrbin na počátku a konci ozařování jsou od sebe vzdáleny 120 mm.

Hodnoty $R_{kor(x)}$ se vynesou do grafu v závislosti na šířce proužku x . Proveďte se extrapolace křivky k odezvě odpovídající pouze transmisi přes sevřené lamely MLC. Výsledkem je hodnota dozimetrické separace lamel, která je charakteristická pro konkrétní kombinaci urychlovače a vícelamelového kolimátoru.

Dozimetrická separace lamel se porovná s hodnotou udanou pracovištěm (tj. takovou hodnotou, která je zadaná v plánovacím systému). Rozdíl změřené a uvedené hodnoty by neměl být větší než 0,2 mm. V rámci zkoušek provozní stálosti a zkoušek dlouhodobé stability by stabilita dozimetrické separace lamel měla být do 0,1 mm.

Tolerance: 0,2 mm (pro zkoušky provozní stálosti a dlouhodobé stability 0,1 mm)

5. OBSAH PŘEJÍMACÍ ZKOUŠKY PRO RADIOTERAPII

Obsah přejímací zkoušky zdrojů ionizujícího záření pro radioterapii, uvedený v této kapitole se vztahuje na všechny zdroje ionizujícího záření pro radioterapii, se zohledněním typu zdroje.

Změny v tabulce 3.2. Zkoušky pro lineární urychlovač s MLC a techniku IMRT

Kontrolovaný parametr		ZPS		ZDS
		Frekvence	Tolerance	Tolerance
Popis přístroje a ozařovacího stolu	Mechanické úhlové stupnice (kolimátor, rameno)			0,5°
	Mechanické úhlové stupnice (izocentr. rotace stolu)			0,5°
Bezpečnostní, výstražné a indikační systémy	Koncové polohy	R	F	F
	Kontrola kódování ozařovacích pomůcek			F
Mechanické parametry a shoda mechanických a optických parametrů	Souhlas geometrické osy a osy rotace kolimátoru	M - ZP	2 mm	2 mm - HP
	Souhlas osy rotace kolimátoru a světelné osy	M - ZP	2 mm	2 mm - HP
Ozařovací stůl	Vodorovnost ozařovacího stolu			
	- v příčném směru - podélném směru (s definovanou zátěží)	M M	0,3° 0,5°	0,3° 0,5°
Systém monitorování dávky	Blokovací funkce sek. systému monitorování dávky			1.10
Charakteristiky radiačního pole fotonových svazků	Souhlas světelné osy a osy svazku záření	M – ZP	2 mm	2 mm -HP
	Souhlas světelného a radiačního pole			
	- pro pole menší nebo rovno 20x20 cm ²		2 mm	2 mm - HP
	- pro pole větší než 20x20 cm ²	M – ZP	3 mm	3 mm - HP
	Shoda velikosti radiačního pole s indikovaným údajem			
	- pro pole menší nebo rovno 20x20cm ²		2 mm	2 mm - HP
	- pro pole větší než 20x20 cm ²	M – ZP	3 mm	3 mm - HP
	Homogenita radiačního pole pro pole min. 25 x 25 cm ²	M	6%	6%, 10%
	Symetrie radiačního pole pro pole min. 25 x 25 cm ²	M	3%	3%
Radiační polostín			2 mm	
Stabilita homogenity radiačního pole (pro hl. polohy ozařovače)			3%	
Stabilita symetrie radiačního pole (pro hl. polohy ozařovače)			3%	
Souhlas tvaru profilu s referenčním profilem (25 x 25 cm ²)	M	dle [*]		
Dozimetrické charakteristiky fotonových svazků	Stabilita energie svazku záření	M	3%	
	Energetické parametry svazku záření	R	3%	3%
	Faktory velikosti pole pro pole 5x5 cm ² a 30x30 cm ²	R	2%	2%

Charakteristiky radiačního pole elektronových svazků	Souhlas světelné osy a osy svazku záření	M - ZP	4 mm	4 mm - ZP
	Shoda velikosti radiačního pole s indikovaným údajem	M - ZP	2 mm	2 mm - ZP
	Homogenita radiačního pole pro největší pole - podél hlavní osy - podél diagonály	M	10 mm 20 mm	10 mm 20 mm
	Symetrie radiačního pole pro největší pole	M	5 %	5 %
	Radiační polostín			2 mm
	Stabilita homogenity radiačního pole (pro hl. polohy ozařovače)			3%
	Stabilita symetrie radiačního pole (pro hl. polohy ozařovače)			5%
	Souhlas tvaru profilu s referenčním profilem (největší pole)	M	dle [*]	
Dozimetrické charakteristiky elektronových svazků	Stabilita energie svazku záření	M	4%	
	Energetické parametry svazku záření [#]	R	3%	3%
	Faktory velikosti pole pro minimální a maximální velikost pole	R	2%	2%
MLC statický	Shoda velikosti světelného pole s indikovaným údajem pro MLC - nepravidelná pole	M	2 mm	2 mm
	Transmise MLC			4%
MLC dynamický IMRT	Stabilita dozimetrické separace lamel	R + po zásahu	0,1 mm	0,1 mm
	Stabilita transmise MLC	R + po zásahu	0,1%	0,1%
Zařízení používané pro 2D verifikaci IMRT plánů	Ověření stability odezvy pomocí referenčního modulovaného pole	M	2%	

[*] Doporučení SÚJB – plánovací systémy (2004), tab. 2 na str. 29 a tab. 3 na str. 30

[#] Nevyžaduje se ověření střední energie na povrchu fantomu

Zkratka ZP v tabulce znamená základní polohu ozařovače, HP znamená hlavní polohy ozařovače a ostatní zkratky zůstávají beze změny.

V tabulce 3.2 v Doporučení SÚJB - lineární urychlovače pro 3D konformní radioterapii a IMRT údaj v závorce ve sloupci frekvence značí, s jakou frekvencí se zkouška provádí ve všech hlavních polohách ozařovače. Údaj před závorkou značí, s jakou frekvencí se zkouška provádí pro základní polohu ozařovače

V tabulce 3.2 v Doporučení SÚJB - lineární urychlovače pro 3D konformní radioterapii a IMRT soubor testů „MLC dynamický IMRT“ se nahrazuje „MLC dynamický, MLC segmentovaný a IMRT“. Rozsah testů pro MLC se přizpůsobí potřebám a možnostem daného systému.

Rozsah zkoušek provozní stálosti lineárního urychlovače

I. Denní ZPS

Signalizace stavu přístroje a kontrola provozních parametrů
Vstup do ozařovny
Antikolizní systém (urychlovač, EPID)
Pohyby ozařovače (včetně STOP tlačítek)
Stav ozařovacích pomůcek
Volba druhu záření
Volba energie
Systém sledování pacienta (zvuk, obraz)
Stabilita systému monitorování dávky
Dynamické klíny
Motorizované klíny
Přesnost a reprodukovatelnost polohování lamel MLC
Dozimetrická stabilita dodání IMRT pole
Signalizace kolize EPID
Kontrola kvality port. snímku pro běžné nastavení pro EPID

II. Týdenní ZPS

Koincidence bočních zaměřovačů v izocentru
Souhlas světelné osy s rovinou laseru v sagitální rovině
Přesnost optického dálkoměru (pro základní polohu)
Analýza zpětné vazby řídicího systému (Varian)
Poloha ramene EPID

III. Měsíční ZPS

Elektronické úhlové stupnice (kolimátor, rameno, izocentrická rotace stolu)
Elektronické délkové stupnice
Nouzové vypínače
Rotace ramene - volba stacionární n. pohybové terapie
Kontrola mechanického ovládání stolu
Kontrola systému monitorování dávky
Kontrola řídicího časovače
Souhlas geometrické osy a osy rotace kolimátoru (pro základní polohu)
Souhlas osy rotace kolimátoru a světelné osy (pro základní polohu)
Přesnost optického dálkoměru (pro hlavní polohy)
Shoda velikosti světelného pole s indikovaným údajem (pole 10x10, 25x25, 3 asym pole)
Poloha izocentra při rotaci ramene
Seřízení světelných zaměřovačů do izocentra
Ortogonalita světelných rovin
Vodorovnost ozařovacího stolu

<i>Fotonové svazky</i>
Souhlas světelné osy a osy svazku záření (pro základní polohu)
Shoda velikosti radiačního pole s indikovaným údajem (pro základní polohu) - pro pole menší nebo rovno 20x20cm ² - pro pole větší než 20x20 cm ²
Shoda velikosti světelného a radiačního pole (pro základní polohu) - pro pole menší nebo rovno 20x20 cm ² - pro pole větší než 20x20 cm ²
Homogenita radiačního pole pro pole min 25x25 cm ²
Symetrie radiačního pole pro pole min 25x25 cm ²
Stabilita energie svazku záření
Ukončení pohybové terapie
Ověření absorbované dávky v referenčním bodě
<i>Elektronové svazky</i>
Souhlas světelné osy a osy svazku záření (pro základní polohu)
Shoda velikosti radiačního pole s indikovaným údajem (pro základní polohu)
Homogenita radiačního pole (pro největší aplikátor)
Symetrie radiačního pole (pro největší aplikátor)
Stabilita energie svazku záření
Ukončení pohybové terapie
Ověření absorbované dávky v referenčním bodě
<i>MLC statický</i>
Reprodukovatelnost polohy lamel
Shoda velikosti světelného pole s indikovaným údajem pro MLC (10x10 cm ²)
Shoda velikosti světelného pole s indikovaným údajem pro MLC - nepravidelná pole
Shoda velikosti radiačního pole s indikovaným údajem pro MLC - nepravidelné pole
Souhlas světelného a radiačního pole (vymezených MLC) pro základní polohu
<i>MLC dynamický IMRT</i>
Stabilita rychlosti pohybu lamel
Reprodukovatelnost dodání IMRT pole
Závislost dodání IMRT pole na úhlu ramene
<i>EPID</i>
Přesnost polohy EPID
Artefakty
Prostorové zkreslení
Kontrola kvality port. snímku pro používaná nastavení
Stabilita dozimetrické kalibrace EPID
Ověření stability odezvy pomocí referenčního modulovaného pole

IV. Roční ZPS

Koncové polohy
Shoda velikosti světelného pole s indikovaným údajem (symetrické pole 10x10, 25x25, 3 asymetricka pole) pro hlavní polohy
Svislý pohyb ozařovacího stolu
Izocentrická rotace ozařovacího stolu
Tuhost desky ozařovacího stolu pro příčný pohyb a podélný pohyb
Stálost nastavené výšky stolu
Reprodukovatelnost systému monitorování dávky
Linearita systému monitorování dávky
Závislost systému monitorování dávky na rotaci ramene pro stacionární a rotační terapii
Fotonové svazky
Energetické parametry svazku záření
Faktory velikosti pole
Klínové faktory
Kontrola polohy klínu
Elektronové svazky
Energetické parametry svazku záření
Faktory velikosti pole
MLC statický
Reprodukovatelnost polohy lamel (pro hlavní polohy)
Souhlas světelného a radiačního pole (vymezených MLC) pro hlavní polohy
MLC dynamický IMRT
Závislost dodání IMRT pole na úhlu ramene a kolimátoru
Přesnost dodání dávky IMRT pole při přerušeném ozáření
Stabilita dozimetrické separace lamel
Stabilita transmise MLC
Stabilita energie svazku IMRT pole
Stabilita homogenity a symetrie pro IMRT pole
EPID
Rozsah pohybu EPID
Kontrola funkcí software EPID
Šumy
Prostorové rozlišení
Faktory velikosti pole pro EPID
Linearita systému EPID pro měření dávky

V uvedených tabulkách není zahrnuta kontrola kV zobrazovacího systému.