

Roteiro 5 – Controle de qualidade do Acelerador Linear: testes de segurança e testes mecânicos

Objetivo

Realizar os testes de segurança e mecânicos envolvidos no controle de qualidade de um acelerador linear.

Introdução

O conceito de qualidade é complexo por causa dos múltiplos aspectos e perspectivas envolvidos. Um programa de garantia da qualidade deve englobar comissionamento, treinamento e controle de qualidade tanto da infraestrutura quanto dos processos. Em radioterapia, o físico é o responsável pelo controle de qualidade das máquinas e do processo, sendo assim, ele deve criar uma metodologia que lhe permita acompanhar a execução dos testes necessários nos prazos corretos.

O objetivo de um programa de controle de qualidade para um acelerador linear é garantir que as características da máquina não se desviem significativamente dos seus valores de referência adquiridos na aceitação do equipamento. Existem diversos documentos que descrevem estes procedimentos ^{1,2} e recentemente um conjunto de físicos brasileiros compilou estas informações com a atualização das tolerâncias de cada teste em função da técnica empregada (tabelas 1 a 3)³.

Tabela 1 – Testes de segurança do acelerador linear

	Teste	Tolerância
Diários	Trava da porta (<i>Interlock</i>)	Funcional
	Interrupção do movimento (botões da mesa)	Funcional
	Monitor Audiovisual	Funcional
	Lâmpadas indicadoras do feixe	Funcional
	Interrupção do feixe (<i>Beam-off</i> ou chave)	Funcional
Mensais	Trava de filtros, bandejas ou cones	Funcional
Anuais	Testes indicados pelo fabricante	Funcional

Tabela 2 – Testes de mecânicos do acelerador linear

	Teste	Tolerância		
		Sem IMRT	Com IMRT	Radiocirurgia
Diários	Lasers localizadores	2mm	1,5mm	1mm
	Indicador de distância (SSD)	2mm		
	Precisão dos indicadores de tamanho de campo	±2mm	±2mm	±1mm
	Trava de acessórios estereotáxicos (antes do tratamento)	NA	NA	Funcional
Mensais	Precisão do indicador óptico de distância	1mm (SSD=100cm); 2mm (outras SSD)		
	Precisão do indicador dos ângulos do gantry	1 grau		
	Precisão do indicador dos ângulos do colimador	1 grau		
	Coincidência do campo radioativo com luminoso	2mm (simétrico) 1mm de cada lado (assimétrico)		
	Indicador da posição da mesa	2mm	2mm	1mm

	Lasers localizadores	$\pm 2\text{mm}$	$\pm 1\text{mm}$	$< \pm 1\text{mm}$
	Isocentro mecânico do colimador	$\leq 1\text{mm}$		
	Simetria do colimador	$\leq 1\text{mm}$		
	Precisão dos indicadores do tamanho de campo	2mm (simétrico); 1mm(assimétrico)		
	Deslocamento da mesa durante seu movimento vertical	2mm		
	Indicador dos ângulos da rotação da mesa	1°	1°	$0,5^\circ$
	Precisão do posicionamento da régua de filme portal	2mm		
	Trava de acessórios estereotáxicos	$< 2\text{mm}$ ($\pm 1\text{mm}$ da posição de referência)		
Trimestrais	Isocentro do gantry	$< 2\text{mm}$ ($\pm 1\text{mm}$ da posição de referência)		
	Indicação da posição da mesa e dos seus deslocamentos vertical, lateral e longitudinal	2mm	2mm	1mm ou 1% do deslocamento
	Isocentro mecânico de rotação da mesa	$< 2\text{mm}$ ($\pm 1\text{mm}$ da posição de referência)		
	Isocentro radioativo de rotação do gantry	$< 2\text{mm}$ ($\pm 1\text{mm}$ da posição de referência)		
	Isocentro radioativo da mesa	$< 2\text{mm}$ ($\pm 1\text{mm}$ da posição de referência)		
	Isocentro radioativo de rotação colimador	1mm		
	Precisão no posicionamento das bandejas, filtros e filtros compensadores	Funcional com folga $< 2\text{mm}$		
	Travamento dos aplicadores de elétrons	Funcional com folga $< 1\text{mm}$		
Anuais	Flexão vertical do gantry	2mm		
	Flexão Lateral do gantry (congruência de campos opostos)	2mm		
	Flexão do tampo da mesa com carga	1 grau		
	Funcionamento do modo TBI/TSEI	funcional		

Tabela 3 – Testes dosimétricos do Acelerador Linear

	Teste	Tolerância		
		Sem IMRT	Com IMRT	Radiocirurgia
Diários	Constância do fatores de calibração de fótons (todas energias)	$\pm 3\%$		
	Constância do fator de calibração de elétrons (semanalmente, com exceção de máquina com uma só energia ou necessidade de monitoração diária)	$\pm 3\%$		
	Planura e simetria de fótons (todas as energias)	$\pm 3\%$		
	Planura e simetria de elétrons (todas as energias na semana de forma alternada)	$\pm 3\%$		
	Qualidade do feixe de fótons ($\text{PDP}_{10,20}$ $\text{TMR}_{10,20}$)	$\pm 3\%$		
	Qualidade do feixe de elétrons R_{50}	$\pm 3\%$		
Mensais	Fator de calibração de fótons	$\pm 2\%$		
	Fator de calibração de elétrons	$\pm 2\%$		

	Qualidade do feixe de fótons (PDP _{10,20} TMR _{10,20})	± 1% em relação valor de referência		
	Qualidade do feixe de elétrons R ₅₀	± 1mm		
	Constância da câmara de backup do monitor do AL	Funcional		
	Constância da taxa de dose	NA	± 2%	± 2%
Semestrais	Variação da planura dos fótons e elétrons	± 1%		
	Variação da simetria dos fótons e elétrons	± 1%		
Anuais	Dependência do f. de calibração com tam. campo (2 ou +)	± 2% (<4X4cm ²), 1% (≥4X4cm ²)		
	Dependência do f. de calibração com o tamanho do aplicador de elétrons (escolha aleatória de 1 aplicador/energia)	± 2% em relação à referência		
	Avaliação do erro na UM e no ângulo de rotação no modo arco em SRT/SBRT (velocidades extremas)	NA	NA	1UM/1° ou 2%
	Linearidade do f. de calibração de fótons com UM (avaliar linearidade da ionização versus UM)	±2%≥ 5UM	±5%≥(2-4UM), ± 2%≥ 5UM	±5%≥ (2-4 UM), ± 2%≥ 5UM
	Linearidade do f. de calibração de elétrons com UM	± 2%≥ 5UM		
	Constância do f. de calibração de fótons e elétrons em função do ângulo do gantry	± 1% em relação à referência		
	Constância do f. de calibração de fótons e elétrons em função da taxa de dose	± 2% em relação à referência		
	Constância do f. de transmissão do filtro físico	± 2%		
	Constância do f. de transmissão para todos os acessórios	± 1% em relação à referência		
	Constância do f. off-axis para fótons e elétrons	± 1% em relação à referência		
	Modo arco (ler UM por grau)	± 1% em relação à referência		
	Acessório para TBI/TSEI	± 2% em relação à referência		
	Fator rendimento para TBI/TSEI	± 1%		
	Constância da PDP ou TMR e fator off-axis para TBI/TSEI	± 1%		

Procedimento experimental

Realizar os testes de segurança e mecânicos (que não envolvem o uso de radiação) para o acelerador linear Primus.

Referências Bibliográficas

1. AAPM Task Group nº40 Report. “Comprehensive QA for radiation oncology”. Med. Phys. 21, 581–618, 1994.
2. International Atomic Energy (IAEA). Aspectos físicos da garantia de qualidade em radioterapia – Protocolo de controle de qualidade. TEC-DOC 1151. Viena, Áustria/Rio de Janeiro, Ministério da Saúde, INCA (2000).
3. Laura Furnari. Controle de Qualidade em Radioterapia. 1ª Edição: Miró Editora, 2012.