

Desenvolvimento de Objetos Simuladores de Cabeça para Dosimetria e Otimização de Protocolos em Tomografia Computadorizada

Development of Head Phantom for Dosimetry and Protocol Optimization in Computed Tomography

Fernanda S. Santos, Arnaldo P. Mourão

Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares (PCTN), Departamento de Engenharia Nuclear/Escola de Engenharia/Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil
Tese de Doutorado
2023

Resumo

As varreduras de tomografia computadorizada (TC) promovem uma maior exposição do paciente à radiação do que um exame de radiografia convencional. Esses exames contribuem para o aumento da dose absorvida pelo paciente e da dose coletiva da população, sendo uma preocupação para a saúde pública. Assim sendo, existe a necessidade de aperfeiçoar os protocolos de aquisição de imagens, visando reduzir as doses, sem o prejuízo da qualidade diagnóstica da imagem. Os protocolos de varredura de TC de cabeça e pescoço estão entre aqueles que mais depositam dose em pacientes e conseqüentemente, aumentam o risco de desenvolvimento de cânceres, principalmente em bebês, crianças e adolescente. Além disso, os riscos dos efeitos estocásticos são maiores para as crianças, devido à radiosensibilidade tecidual aliada à maior expectativa de vida e pelo fato de volumes menores receberem maiores doses em TC. O desenvolvimento de objetos simuladores permite determinar os valores de doses absorvidas em pacientes, quando representam adequadamente o indivíduo, tanto em sua composição, como em seu volume. Para o desenvolvimento deste trabalho foram confeccionados quatro objetos simuladores cilíndricos feitos de polimetilmetacrilato (PMMA) que representaram diferentes volumes de cabeça de crianças e adultos, com diâmetros de 11, 12, 13 e 16 cm. Os objetos simuladores foram submetidos a varreduras de TC em quatro serviços de radiodiagnóstico distintos de Belo Horizonte utilizando o protocolo de rotina de cada serviço. A fatia central dos objetos simuladores foi irradiada sucessivamente e as mediações foram realizadas com uma câmara de ionização do tipo lápis em cinco pontos distintos de cada objeto simulador. Foram obtidos os valores de dose absorvida para cada objeto simulador de forma a comparar a variação de dose entre objetos simuladores e entre os serviços de radiodiagnóstico. A partir desses dados, foram testados diferentes protocolos de aquisição utilizando diferentes valores de tensão de alimentação do tubo de raios X (70, 80, 100 e 120 kV) e carga (mA.s). Dentre os protocolos de aquisição testados foram selecionados como ótimos aqueles que apresentaram o menor valor de dose absorvida, definido pelo Índice de Dose Volumétrico (CTDI_{vol}). Como parâmetro de controle dos testes de novos protocolos foi definido que o ruído na imagem da fatia central deveria ser limitado em 1% de modo a garantir a qualidade diagnóstica da imagem. Os valores de dose absorvida (CTDI_{vol}) utilizando os protocolos de rotina para varreduras de cabeça variaram entre 23,67 e 50,91 mGy. Protocolos otimizados propostos reduziram a dose absorvida em até 91,04% no menor objeto simulador com 11 cm de diâmetro que representa a cabeça de um recém-nascido.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada; Dosimetria; Objetos Simuladores; Qualidade de Imagem.

Abstract

Computed tomography (CT) scans promote higher patient exposure to radiation than a conventional radiography examination. These tests contribute to increasing the absorbed dose by the patient and the collective dose of the population, being a public health concern. Therefore, there is important to improve image acquisition protocols, aiming to reduce doses, without decreasing the diagnostic quality of the image. Head and neck CT scans are among those that deposit the most dose in patients and, consequently, increase the risk of developing cancers, especially in babies, children, and adolescents. In addition, the risks of stochastic effects are higher for children, due to tissue radiosensitivity combined with longer life expectancy and the fact that smaller volumes receive higher doses in CT. The development of human phantoms becomes possible to know the values of absorbed doses in patients, when they adequately represent the individual, as in terms of composition as in volume. For the development of this work, four cylindrical phantoms were made of polymethylmethacrylate (PMMA) that represented different head volumes of children and adults, with diameters of 11, 12, 13 and 16 cm. These phantoms were submitted to CT scans in four different radiodiagnostic services in Belo Horizonte using the routine acquisition protocol of each service. The central slice of the phantoms was successively irradiated, and the

measurements were performed using a pencil-type ionization chamber at five different points of each head phantom. Absorbed dose values were obtained for each phantom in order to compare the dose variation between phantoms and between radiodiagnostic services. From these data, different acquisition protocols were tested using different values of X-ray tube supply voltage (70, 80, 100 and 120 kV) and load (mA.s). Among the acquisition protocols tested, those that presented the lowest value of absorbed dose, defined by the Volumetric Dose Index ($CTDI_{vol}$), were selected as optimal. As a control parameter for testing new protocols, it was defined that the noise in the central slice image should be limited to 1% in order to guarantee the image diagnostic quality. Absorbed dose values ($CTDI_{vol}$) using routine protocols for head scans ranged from 23.67 to 50.91 mGy. Proposed optimized protocols reduced the absorbed dose by up to 91,04% in the smallest phantom, with 11 cm in diameter that represents a head of newborn patient.

Keywords: Computed Tomography; Dosimetry; Human phantom; Image quality.

URL: <http://hdl.handle.net/1843/55365>