



Excelência das imagens cintilográficas a partir do controle de qualidade das gama câmaras

Geraldo de Lemos Aragão Filho¹, Ferdinand Jesus Lopes Filho², Alex Cristóvão Holanda de Oliveira³, José Wilson Vieira⁴, André Luiz Silva dos Santos⁵

¹Graduando em Tecnologia em Radiologia. Bolsista do CNPq. e-mail: geraldo_lemos10@hotmail.com

²Doutor em Tecnologias Energéticas Nucleares. e-mail: ferdinand.lobes@oi.com.br

³Doutorando em Tecnologias Energéticas Nucleares. e-mail: oliveira_ach@yahoo.com

⁴Doutor em Tecnologias Energéticas Nucleares. e-mail: jose.wilson59@uol.com.br

⁵Graduando em Tecnologia em Radiologia. Conselheiro Científico. e-mail: adlss2201@hotmail.com

Resumo: Na medicina nuclear são utilizados materiais radioativos administrados no paciente emitindo fótons gama sendo captados pelo principal equipamento da medicina nuclear, a gama câmara. Este sofre um processo cintilográfico gerando sinais que indicam a localização do material radioativo no paciente, formando a imagem. Foram avaliadas imagens obtidas através do controle de qualidade de uniformidade de campo, resultando em avaliações na gama câmara e a importância do controle de qualidade para imagem.

Palavras-chave: controle de qualidade, gama câmara, medicina nuclear, uniformidade de campo.

Introdução

A medicina nuclear é uma modalidade médica que usa técnicas seguras, indolores para diagnóstico e tratamento de doenças. Essas técnicas podem identificar anormalidades ainda em fase inicial, muito antes do que outros tipos de exames consigam detectá-los [HARVEY & THRALL, 1995]. Esta identificação precoce permite que ocorra o tratamento da doença na fase em que tenham mais chances de sucesso. A técnica aplicada consiste na introdução de uma certa quantidade de material radioativo associado a químicos, os fármacos [LOPES FILHO, 2007], onde essas substâncias são atraídas pelos órgãos ou tecidos específicos. Os radionuclídeos e/ou radiofármacos, combinação de radionuclídeo com fármaco, são usados na medicina nuclear por emitirem fótons gama que são detectados pelo principal equipamento da medicina nuclear, a gama câmara. Esta é associada a computadores que são capazes de fornecer informação sobre a área do corpo humano que está sujeita ao exame, ou seja, da biodistribuição do material radioativo.

A gama câmara é um equipamento que possui uma série de ferrametas, que juntos fazem a detecção dos fótons gama, seleção dos mesmos, converção em sinal analógico, conversão em sinal eletrônico e a imagem propriamente dita. O paciente ao administrar o material radioativo vira uma fonte radioativa temporária, onde começa a emitir fótons gama correspondente a energia do material radioativo e em todas as direções. Para a boa qualidade da imagem usa-se colimadores, que geralmente são feitos de chumbo e possuem septos que servem para direcionar os fótons. Ao passar pelo colimador, os fótons interagem com o cristal, geralmente, de iodeto de sódio (NaI) ativado com tálio (Tl), que absorve os fótons e converte em luz visível (sinal analógico), conhecido como evento cintilador. O brilho de cada emissão é proporcional à energia depositada no cristal, que por sua vez é proporcional à energia do fóton incidente. O brilho que é liberado pelo cristal é de pouca contagem, inapropriada para formação de imagem e para melhorar esse processo de formação de imagem, acima do cristal cintilador, existe um sistema eletrônico chamado de tubo fotomultiplicadora (PMT) que é constituído por um fotocátodo que quando estimulado por fótons luminosos, libera elétrons [TECDOC et al., 1991]. O PMT não



somente detectar o brilho como também amplifica os elétrons produzidos, convertendo-os em um pulso elétrico e em sinal digital que é analisado em uma estação de trabalho onde é formada a imagem digital.

O controle de qualidade da gama câmara em medicina nuclear tem sido uma preocupação desde o seu início devido a probabilidade de existência dos diagnósticos incorretos, originário de mau funcionamento do equipamento. O objetivo chave na realização dos testes de controle na gama câmara é fornecer imagens cintilográficas produzidas pelo sistema, nas quais representem precisamente a captação e distribuição do material radioativo dentro do paciente, sem nenhum tipo de interferência visual. Os testes de controle de qualidade também permitem que o profissional antecipe necessidades de reparação em equipamento do serviço para que não altere a operação normal de um serviço de medicina nuclear.

O controle de qualidade além de analisar o funcionamento da gama câmara é também avaliador da qualidade das imagens cintilográficas produzidas. Para assegurar um desempenho de alta qualidade, uma série de testes de rotina de controle de qualidade são realizados em intervalos definidos conforme normas vigentes e protocolos previamente estabelecidos. Estes procedimentos podem ser classificados em duas categorias (intrínsecos / extrínsecos), procedimentos de controle de qualidade intrínsecos (sem o colimador) avaliam especificamente o cristal e o sistema eletrônico, já os extrínsecos (com o colimador) testam todo o sistema [CNEN-NE-3.05, 1996] e devem ser realizados em intervalos definidos conforme normas vigentes. Seus resultados devem ser comparados com padrões conhecidos para assim evitar uma interpretação errônea. Tendo como objetivo mostrar a importância dos controles de qualidade para uma boa visualização das imagens oriundas da medicina nuclear e consequentemente uma correta avaliação do paciente.

O principal teste de controle de qualidade é a uniformidade de campo, que consiste em analisar a capacidade da gama câmara em produzir uma imagem uniforme, quando submetida a um fluxo uniforme de fótons, esperando encontrar na imagem uma densidade de contagem constante, sendo este o teste mais sensível a alterações no desempenho e que deve ser realizado diariamente. Para aquisição da imagem uma série de questões precisa ser considerada: quantidade de imagens adquiridas, intrinsecamente ou extrinsecamente e o tipo de isótopo que deve ser usado, utilização de fonte pontual ou fantoma físico, que é um modelo usado para simular o transporte da radiação ionizante, suas interações nos tecidos do corpo humano e avaliar a deposição de energia.

Material e Métodos

A gama câmara utilizada para validação do fantoma foi da marca *Philips*, modelo *Forte*. Ela possui duas cabeças de detecção permitindo diversas variações angulares dos detectores. Realizado o teste de uniformidade de campo extrínseco, que tem a funcionalidade de produzir uma imagem uniforme de um meio radioativo e observar a variação dos ruídos. O teste foi realizado com auxílio de um flood phantom, ou seja, o fantoma preenchido de água mais isótopo. O fantoma físico, denominado Hydra, possui 30 cm de diâmetro e 20 cm de altura [OLIVEIRA, 2012] (Fig.1), com insertos que simulam densidades do corpo humano (Tab. 1). Possui duas placas de acrílico. Na placa superior, existem perfurações onde são inseridos cilindros de materiais tecido-equivalentes, os insertos. Na inferior, estão fixados os três cilindros de acrílico que dão sustentação. Preenchido com o volume de 14 litros de água, homogeneizado, com atividade de 1,1 GBq (30 mCi) do material radioativo

99m-Tc. As imagens foram feitas 30 minutos após colocação do material radioativo, tendo como base o protocolo do SPECT (do inglês *Single photon emission computed tomography*) Cerebral com aquisição de imagem a cada 5,625° em um total de 64 imagens de dimensões 128 x 128, que duraram 20 segundos para ser realizada cada imagem. Ao final foram adquiridas mostrando a localização dos insertos (Fig. 2) e salvas no formato IMG, formato próprio do software da *Phillips*.



Figura 1 – fantoma físico, Hydra, utilizado.

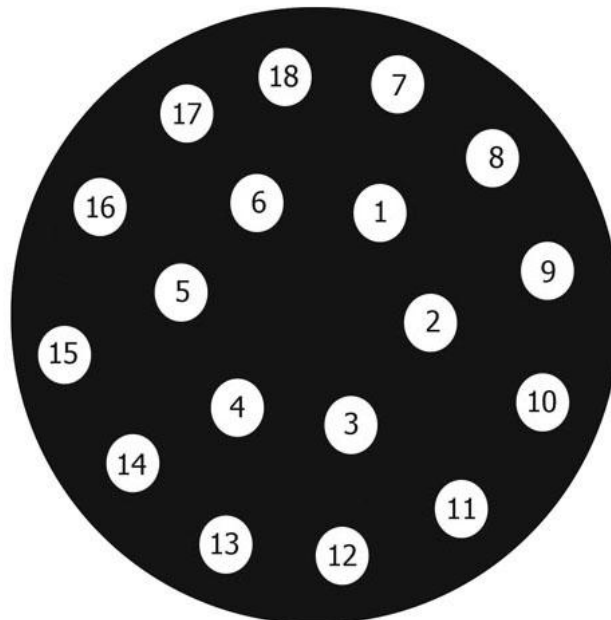


Figura 2 – esquema dos insertos na aquisição das imagens.

Tabela 1 – Insertos com materiais tecido-equivalentes usados na imagem cintilográfica.

Material	ID	Densidade g/cm ³	Tecido Simulado
Cortiça	1	0,32	Pulmão
Gesso	2	2,32	Ossos Cortical



Etanol	3	0,789	Tecido Adiposo
SACT 140	4	1,40	Costela
Ar	5	1,22	-----
SAE 92	6	0,92	Mama
SACT 155	7	1,55	Crânio
SAE 85	8	0,85	Medula Amarela
Sem Inseto	9		
Acrílico	10	1,17	Osso Esponjoso
SACT 125	11	1,25	Fêmur
Água	12	1,0	Músculo
Cortiça	13	0,32	Pulmão
Acrílico	14	1,17	Osso Esponjoso
Sem Inseto	15		
Etanol	16	0,789	Tecido Adiposo
Gesso	17	2,32	Osso Cortical
Acrílico	18	1,17	Osso Esponjoso

SACT = Soluções Aquosas de Nitrato de Cálcio Tetra-hidratado; SAE = Soluções Aquosas de Etanol; ID = Número Identificador.

Resultados e Discussão

Todos os aspectos que envolvem um ambiente para equipamentos de medicina nuclear devem ser levados em consideração. Por isso além do controle de qualidade exigido foi avaliado a temperatura e umidade da sala onde a gama câmara se encontrava. Este tipo controle é fundamental, já que o cristal da gama câmara é bastante sensível à temperatura e pode rachar-se, sendo este item um dos mais caros para se substituir e também as variações climáticas podem os componentes eletrônicos existentes na gama câmara.

Os resultados dos controles de qualidade podem ser satisfatórios ou não. As imagens podem apresentar certas falhas podendo ser sutis e difíceis de serem reconhecidas, direcionando o médico nuclear a um erro no diagnóstico do paciente, assim prejudicando tanto no diagnóstico da doença quanto no tratamento do paciente (Fig. 3). Por esta razão, a avaliação de uniformidade da câmara representa um bom método de monitoração do desempenho do sistema. Leva-se também em consideração a baixa qualidade das imagens cintilográficas em comparação com outras imagens de procedimentos do radiodiagnóstico.

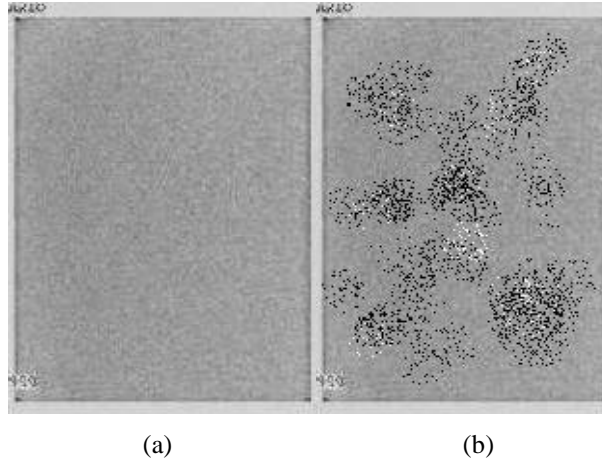


Figura 3 – Exemplo de imagem aceitável para uniformidade de campo (a) e imagem inaceitável (b).

A análise da uniformidade de campo é qualitativa, visualmente, avaliamos assim a resposta da imagem para o controle de qualidade de uniformidade de campo extrínseco (Fig.3), porém apresentaram algumas irregularidades que foram corrigidas no processamento da imagem, normal devido à baixa resolução das gama câmaras em geral, e o sistema foi avaliado como adequado para uso, mostrando a imagem com partes homogêneas (hipocaptantes) a partir da distribuição dos materiais tecido-equivalentes.

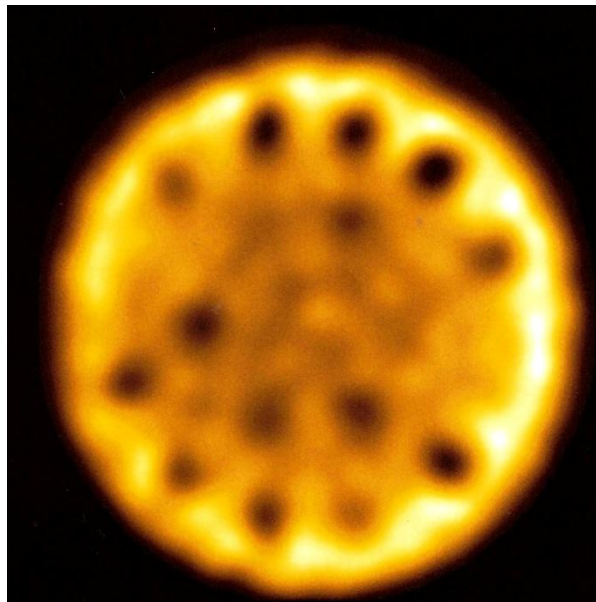


Figura 4 – corte transversal do fantoma físico, Hydra, mostrando a excelência da imagem cintilográfica.

Conclusões

O teste de uniformidade de campo intrínseco ou extrínseco da gama câmara deve ser realizado antes do início das atividades da clínica ou no final de cada dia com a finalidade de detectar alterações no desempenho do sistema que podem afetar a interpretação dos exames negativamente. Baseado nos resultados



apresentados entende-se que a gama câmara *Forte*, do serviço de medicina nuclear analisado, está adequada ao funcionamento, também o fantoma e o serviço de medicina nuclear segue as normativas impostas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE pelo espaço para pesquisas, ao CNPq pelo apoio financeiro, ao Centro de Medicina Nuclear de Pernambuco – CEMUPE pela disponibilização de seus equipamentos e profissionais para prática das pesquisas realizada, ao Grupo de Pesquisa em Dosimetria Computacional & Sistemas Embarcados – GPDC&SE e Grupo em Dosimetria Numérica – GDN.

Literatura citada

CNEN-NE-3.05, **Requisito de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear**, COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, abril de 1996.

HARVEY, A.Z. & THRALL, J.H., **Nuclear Medicine: The requisites**. USA, Mosby – Year book, Inc., 1995. 371p.

IAEA - TECDOC Series Nº 602 - **Quality Control of Nuclear Medicine Instruments** - IAEA, Viena, 1991.

LOPES FILHO, F. J., **Avaliações Dosimétricas em Pacientes Submetidos à Radioiodoterapia com Base em Fantomas de Voxels e em Imagens de Medicina Nuclear**, Tese de Doutorado, DEN-UFPE, Recife-PE, Brasil, 2007.

OLIVEIRA, A. C. H., **Influência da Qualidade de Imagens CT na Avaliação da Distribuição de Dose em Planejamento Radioterápico Baseado em Métodos Monte Carlo**. Dissertação de Mestrado, DEN-UFPE, Recife-PE, Brasil, 2012.



19 a 21 de outubro - Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional