

AVALIAÇÃO DA DOSE DE RADIAÇÃO: ANGIOTOMOGRAFIA CORONARIANA - MÉTODOS RETROSPECTIVO E PROSPECTIVO

André Luís Braghini*; João Antonio Palma Setti** Bertoldo Schneider Jr***

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Programa de Mestrado – Pós-Graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB)

** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PPGEB, Curitiba, Brasil

*** Coordenador do Programa de mestrado PPGEB

e-mail: andre@clnicasabedotti.com.br

Resumo: Este estudo objetivou avaliar os níveis de exposição à radiação em pacientes submetidos à Angiografia Coronária por Tomografia (CCTA), no período de 01 de junho a 30 de outubro de 2013, estimando a dose efetiva recebida nos dois modos de aquisição: Retrospectiva e Prospectiva do Eletrocardiograma (ECG). A experiência, realizada na Clínica Sabedotti, em Ponta Grossa – PR, constou da utilização de um equipamento General Electric modelo VCT XT, de 64 linhas de detecção (não equipado com a ferramenta ASIR¹). A dose efetiva foi estimada para 30 casos a partir do DLP reportado pelo equipamento para cada exame e pelo fator de conversão (E_{DLP}) definido pela Comissão Europeia para região cardíaca ($E_{DLP} = 0,014$). Os resultados mostraram que a dose efetiva é 5,56mSv vezes maior quando utilizado o modo de aquisição retrospectivo do ECG.

Palavras-chave: angiografia coronária por tomografia; métodos retrospectivo e prospectivo; dose de radiação.

Abstract: *This study aimed to evaluate the levels of radiation exposure in patients undergoing the Coronary Angiography by Tomography, during the period June 1st, 2013 the October, 30th, 2013, estimating the effective dose received in the two modes of acquisition of Retrospective and Prospective Electrocardiogram (ECG). For the experiment performed in the Sabedotti Clinic, Ponta Grossa/PR it was used a equipment General Electric Model VCT XT, 64 detection lines (do not with the tool ASIR). The results demonstrated that the Prospective method has proved be more effective in*

¹ Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (Reconstrução Estatística Adaptativa Iterativa - ASIR): tecnologia desenvolvida pela GE Healthcare para aplicação em exames de TC com dose entre 40 e 50% menor do que as soluções atualmente disponíveis no mercado; permite melhoria na qualidade imagem, mesmo frente à detecção de baixa qualidade, por reduzir a captação de ruído. Fonte: GE Healthcare, 2011 [1].

Obs. O equipamento empregado nesta pesquisa não dispõe da ferramenta ASIR devido ao custo elevado da mesma.

the reduction of radiation dose delivered to the patient estimated for thirty cases from DLP reported by equipment for each examination and by the conversion factor (E_{DLP}) defined by the European Commission for cardiac region ($E_{DLP} = 0.014$). The effective dose is 5.569236 mSv times greater when using the method of Retrospective ECG reaffirming the importance of correct use and optimization of these procedures.

Keywords: *Coronary CT Angiography; retrospective and prospective methods; radiation dose.*

Introdução

A Tomografia Computadorizada *Multislice* tem se mostrado um método eficiente no diagnóstico da doença arterial coronariana, porém, contribui para o aumento da exposição de pacientes à radiação, uma vez que exige frequências cardíacas inferiores a 65 bpm para a aquisição de imagens cardíacas com qualidade diagnóstica, sendo que a pequena diferença no movimento das artérias coronárias entre os ciclos cardíacos leva ao artefato [2, 3].

Nesse sentido, a necessidade de aprofundar os conhecimentos, técnico e científico de cada modalidade de exame radiológico, ou seja, métodos de aquisição Retrospectivo e Prospectivo do Eletrocardiograma (ECG) justificam esta pesquisa, tendo em vista a otimização dos parâmetros técnicos de obtenção de imagens adequadas ao diagnóstico, concomitante à oferta de menor dose possível de radiação aos pacientes, uma vez que os resultados podem levar à minimização dos efeitos adversos correlacionados à exposição pela radiação [4].

Frente ao exposto, o propósito desta pesquisa realizada na Clínica Sabedotti, em Ponta Grossa/PR utilizando equipamento da General Electric, modelo VCT XT, de 64 linhas de detecção (não equipado com a ferramenta ASIR) foi avaliar os níveis de exposição de 30 (trinta) pacientes, dos quais 15 (quinze) submetidos à aquisição Retrospectiva do ECG e 15 (quinze) à aquisição Prospectiva do ECG para exames de CCTA, no período de junho a outubro de 2013, visando reconhecer qual dos métodos expõe o paciente aos menores níveis de dose de radiação.

Materiais e métodos

Amostra - Esta constou de trinta pacientes (dezessete do sexo masculino e treze do sexo feminino) com faixa etária entre 44 e 85 anos, distribuídos em dois grupos de 15 (quinze cada um), dos quais, um para exame sob o método Prospectivo e outro para o método Retrospectivo. Os participantes são denominados pela expressão “Caso n°”, fato que justifica a ausência de aprovação do Comitê de Ética.

Equipamento – Marca: General Electric, modelo VCT XT, de 64 linhas de detecção (não equipado com a ferramenta ASIR).

Método - Empregou-se o uso de contraste iodado para avaliar as artérias coronárias e os valores de *Dose-length Product* (DLP) determinado a partir da tensão do tubo e do comprimento da varredura com registro de cada exposição a partir do console do equipamento. Adotando-se o fator de conversão (E_{DLP}) para região cardíaca sugerido pela publicação mais recente (E_{DLP} cardíaco = 0,014mSv/(mGy.cm) da Comissão Europeia [5, 6], a dose efetiva foi estimada multiplicando o valor de DLP por um fator de conversão específico para cada região, E_{DLP} (equação)[7].

Equação –

$$E = E_{DLP} \cdot DLP$$

O esquema a seguir, na Figura 1 representa a aquisição de dados conforme o modo empregado.

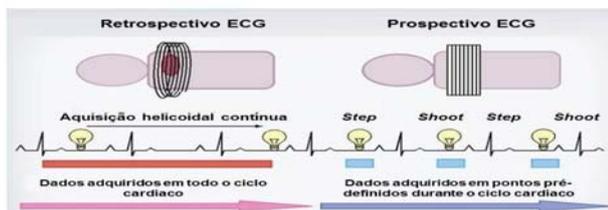


Figura 1: Esquema de ECG: Retrospectivo e Prospectivo [8].

Resultados: Os valores de DLP (mGy cm) e dose efetiva (mSv) dos 30 pacientes submetidos à CCTA nos modos de aquisição Prospectivo e Retrospectivo ao ECG estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, a seguir.

Tabela 1: Valores de DLP (mGy cm) e dose efetiva (mSv) para o modo de aquisição prospectivo do ECG

Caso	Pitch	DLP (mGy cm)	Dose efetiva (mSv)	Sexo	Idade	Ciclo cardíaco antes do exame	Ciclocardiáco durante a aquisição
01	0,26	411,63	5,76	M	44	60	60 a 62
02	0,23	474,69	6,64	M	49	50	44 a 49
03	0,23	425,40	5,95	M	49	59	52 a 70
04	0,26	544,32	7,62	M	57	63	52 a 63

05	0,26	595,36	8,33	M	66	64	60 a 72
06	0,23	502,72	7,03	F	63	58	51 a 59
07	0,26	650,00	9,10	M	52	60	55 a 59
08	0,20	368,95	5,16	F	55	70	61 a 66
09	0,20	703,67	9,85	M	72	49	48 a 50
10	0,23	474,39	6,64	M	68	50	47 a 49
11	0,23	306,42	4,28	M	61	53	49 a 51
12	0,26	632,12	8,84	F	68	65	54
13	0,23	426,68	5,97	M	50	57	51 a 53
14	0,22	393,86	5,51	F	62	64	60 a 64
15	0,22	425,72	5,96	M	65	65	59 a 64

Fonte: Autor, 2013.

Tabela 2: Valores de DLP (mGy cm) e dose efetiva (mSv) para o modo de aquisição retrospectivo do ECG

Caso	Pitch	DLP (mGy cm)	Dose efetiva (mSv)	Sexo	Idade	Ciclo cardíaco antes do exame	Ciclocardiáco durante a aquisição
16	0,20	1394,00	19,51	M	84	75	61 a 79
17	0,20	1249,69	17,49	M	60	53	51 a 55
18	0,22	924,00	12,93	F	67	60	62 a 63
19	0,22	1996,39	27,94	F	67	60	54 a 68
20	0,22	2877,53	40,28	F	76	60	52 a 68
21	0,20	2018,89	28,26	M	75	84	63 a 90
22	0,22	1643,48	23,00	M	68	64	61 a 70
23	0,24	1695,48	23,73	F	56	68	60 a 160
24	0,22	1186,97	16,61	F	77	60	51 a 57
25	0,22	1916,23	26,82	M	70	60	60 a 67
26	0,20	2820,22	39,48	F	85	51	48 a 50
27	0,20	2005,15	28,07	F	82	71	70 a 71
28	0,22	2361,07	33,05	M	74	90	62 a 94
29	0,26	1003,89	14,01	F	69	67	67
30	0,26	920,78	12,89	F	63	64	64 a 71

Fonte: Autor, 2013.

Os resultados obtidos a partir dos valores de DLP (mGy cm) e dose efetiva (mSv) dos pacientes (trinta) submetidos à CCTA nos modos de aquisição Prospectivo e Retrospectivo do ECG são apresentados no Gráfico 1 evidenciando a diferença da dose de radiação entre os métodos estudados e os resultados positivos na utilização do método Prospectivo de aquisição do ECG.

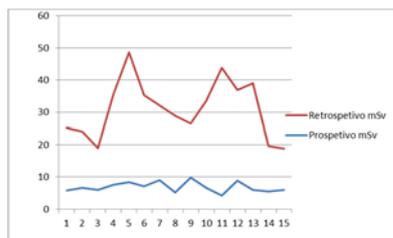


Gráfico 1: Diferença na dose de radiação: Métodos Retrospectivo e Prospectivo
Fonte: AUTOR, 2013.

O modo de aquisição Prospectiva do ECG apresentou uma dose efetiva média de 6,8426 mSv, contra 24,2713 mSv para o modo Retrospectivo. Os resultados foram comparados e calculados com os valores fornecidos pelo console do equipamento. O desvio padrão dos resultados observados apresentou um aumento da dose quase 6 (seis) vezes maior nos pacientes submetidos ao método Retrospectivo.

Discussão

O coração possui quatro câmaras, ou seja, dois átrios (câmaras superiores) que recebem sangue; e dois ventrículos (câmaras inferiores) que bombeiam o sangue para fora do coração [9]. O esquema do sistema arterial coronário permite observar artérias e veias coronárias conforme demonstra a Figura 2:

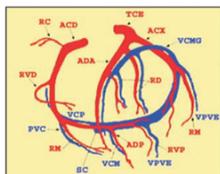


Figura 2: Anatomia interna coração [9].

Os segmentos coronários, pela classificação da *American Heart Association* estão subdivididos em quinze estratificações. Na Figura 3, são apresentados os segmentos de 1 a 4, os quais correspondem à artéria coronária direita (ACD proximal, média e distal e artéria descendente posterior – ADP) [11].

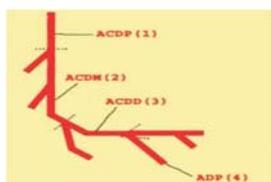


Figura 3: Anatomia interna coração [11].

E na Figura 4, o segmento 5 que corresponde ao tronco da coronária esquerda (TCE). Os segmentos de 6 a 10 constituem-se em: artéria descendente anterior (ADA proximal, média e distal e ramos diagonais primeiro e segundo – RD1 e RD2). Em relação aos segmentos de 11 a 15, estes são respectivamente, artéria circunflexa (ACX proximal e distal e ramo marginal e

marginal pósterio-lateral – RM e RMPL) [11].

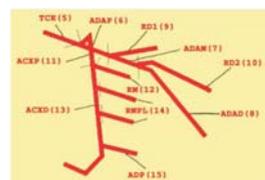


Figura 4: Anatomia interna coração [11].

A extrema rapidez do movimento cardíaco dificulta a tomada de imagem cardíaca por meio de TC. Contudo, a produção de imagens empregando informações de uma fração do ciclo cardíaco apenas, combinando a monitoração de ECG com dados obtidos quando o movimento cardíaco é menor, no final da fase de diástole, utilizando-os na reconstrução da imagem [12, 13]. Os principais métodos de sistema ECG são:

a) Método Retrospectivo - aquisição de dados coletados em determinados pontos durante todo o ciclo cardíaco, extraídos para a reconstrução das imagens.

Tipos de algoritmos de reconstrução empregados: no primeiro, os dados podem ser coletados numa fração previamente especificada do intervalo R-R, exemplo, a reconstrução da imagem em intervalos de 10% do intervalo R-R de 0% a 90%; e no segundo pode ser utilizado para reconstrução das imagens, um intervalo de tempo antes ou depois do pico R.

Vantagem do método Retrospectivo: capacidade de ordenar os pontos de referência de ECG para o ajuste de dados obtidos durante um ritmo cardíaco irregular.

Desvantagem: dose maior de radiação [12, 13].

b) Método Prospectivo - ou técnica *step-and-shot*; as informações são obtidas em pontos pré-definidos durante o ciclo cardíaco; a aquisição dos cortes axiais se realiza pelo coração.

Vantagem: velocidade da varredura e a redução na dose de radiação (depende de um coração normal); a variação da frequência cardíaca implica na aquisição de dados em diferentes pontos durante o ciclo cardíaco resultando em artefatos, registro incorreto e baixa resolução [12, 13].

A vantagem apresentada pelo método Retrospectivo, sob a ótica de estudiosos do assunto, consiste na capacidade de aditar os pontos de referência de ECG ajustando os dados obtidos durante um ritmo cardíaco irregular. No entanto, a desvantagem é uma dose maior de radiação [13, 14, 15, 16].

Em relação ao método Prospectivo a vantagem está na velocidade da varredura e redução na dose de radiação. Entretanto, faz uma ressalva, ao salientar maior dependência de um coração normal [13, 8].

Conclusão

Conclui-se com este estudo, cujo objetivo foi avaliar os níveis de exposição em pacientes submetidos à CCTA a partir do método de aquisição Retrospectivo e Prospectivo do ECG, que a utilização do modo de aquisição Prospectivo demonstrou dose média equivalente a 6,8426 mSv, contra 24,2713 mSv para o

modo Retrospectivo. Portanto, o desvio padrão dos resultados obtidos representa um acréscimo de 6 (seis) vezes maior na dose em pacientes submetidos ao método Retrospectivo se comparados ao modo Prospectivo. Compreende-se que, os resultados encontrados contribuem para melhorias em relação à segurança do paciente quanto à dose de radiação ofertada, bem como na qualidade das imagens obtidas pelo modo Prospectivo, que poderiam ser melhores com a utilização da ferramenta ASIR.

Agradecimentos

Agradeço de modo especial, a Clínica Sabedotti, ao Dr. Anderson Grega, médico cardiologista da Clínica citada e a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

Referências

1. GE HEALTHCARE. Tecnologia inovadora reduz em 50% a dose de radiação em exames de tomografia para corpo inteiro. 2011. Disponível em: <http://www.geimprensabrasil.com/wp-content/uploads/2011/12/13-de-outubro-de-2011-Tecnologia_inovadora_reduz_dose_de_radia%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso: 05 abr.2014.
2. COHNEN, L.; et al. Effective doses in standard protocols for multi-slice CT scanning, *EurRadiol*, 13, pp. 1148–1153 (2003).
3. W. A. Kalender, *Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications*, 2nd revised ed., Publics Corporate Publishing, Erlangen (2005).
4. P. Blanke, S. Bulla, T. Baumann et al. Thoracic Aorta: Prospective Electrocardiographically Triggered CT Angiography with Dual-Source CT—Feasibility, Image Quality, and Dose Reduction, *Radiology*, **255**, pp. 207-217 (2010).
5. EUROPEAN COMMISSION. *European Guidelines on Quality Criteria for Computed Tomography*. EUR 16262. The European Commission's Study Group on Development of Quality Criteria For Computed Tomography. Luxembourg, Luxembourg: European Commission , 2000.
6. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. *Medical Electrical Equipment:Part 2-44 – Particular Requirements For The Basic Safety And Essential Performance Of X-Ray Equipment For Computed Tomography*. International standard iec 60601-2-44 edition 3.0.Geneva, Switzerland: International Electrotechnical Commission, 2009.
7. HUDA, W. Dose and Image Quality in CT Radiation Protection Symposium of the North West European RP Societies, Utrecht, The Netherlands. 2-5, June, 2003. Disponível em: <<http://www.srp-uk.org/utrech.html>>. Acesso em: 8 abr. 2011.
8. MCCOLLOUGH, C. H. Patient Dose in Cardiac Computed Tomography. *Herz*, 2003. 1: 1-6.
9. NETTER, F. H. *Atlas de Anatomia Humana*. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
10. ANDRADE, J. M. Anatomia coronária com angiografia por tomografia computadorizada multicorte.2006.Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?>>. Acesso em: 10 fev. 2013.
11. SANTOS, V. B. Anatomia e Fisiologia do Sistema Cardiovascular.Imagem do Coração interna. Curso Anual de Revisão em Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista. São Paulo: UNIFESP, 2012. Disponível em: <<http://sbhci.org.br/wp-content/uploads/2012/10/ViniciusBatistaSantos.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2013.
12. ROBERTS, W. T.; BAX, J. J.; DAVIES, L. C. Cardiac CT and CT coronaroy angiography:technology and application. *Heart* 94:781-92.
13. OLIVEIRA, L. C. G. Estimativa da Exposição à Raadiação de Pacientes Submetidos à Angiografia Coronariana por Tomografia Computadorizada. Rio de Janeiro: CPPE/UFRJ, 2012.
14. BLANKSTEIN, O.; et al. Cardiac Myocardial Perfusion Imaging Using Dual Source Computed Tomography. *International Journal of Cardiovascular Imaging*, 25(SUPPL. 2), 209-216, 2009.
15. HUSMANN, L. et al. Feasibility of Low-Dose Coronary CT Angiography: First Experience Prospective ECG-gating. *European Heart Journal*, 29: 191-197, 2008.
16. WEIGOLD, O.; et al. Low Dose Prospectively Gated 256-Slice Computed Tomographic Angiography. *International Journal of Cardiovascular Imaging*, 25 (Suppl. 2), 271-230, 2009.