

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE BOTUCATU
Instituto de Biociências

Sérgio Augusto Santana de Souza

**DESCRIÇÃO DE PROTOCOLO DE TÓRAX EM TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA**

Botucatu

2016

Sérgio Augusto Santana de Souza

**DESCRIÇÃO DE PROTOCOLO DE TÓRAX EM TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" –
IBB/UNESP, Campus de Botucatu, para
obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Biomédicas

Orientadora: Profa. Dra. Diana Rodrigues de Pina

Botucatu
2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Souza, Sérgio Augusto Santana de.

Descrição de protocolo de tórax em tomografia
computadorizada / Sérgio Augusto Santana de Souza. -
Botucatu, 2016

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências
Biomédicas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu
Orientador: Diana Rodrigues de Pina
Capes: 20904002

1. Tórax - Exame. 2. Tomografia. 3. Protocolos médicos.
4. Diagnóstico por imagem.

Palavras-chave: Protocolo; Tomografia computadorizada;
Tórax.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 IMPORTÂNCIA E HISTÓRICO	5
1.2 PRINCÍPIOS DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA	6
1.3 COMPONENTES DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA.....	6
1.4 CONTRASTE	7
2. MATERIAIS E MÉTODOS	8
2.1. DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE TÓRAX	8
2.2. EQUIPAMENTO DE TOMOGRAFIA.....	10
2.3. ANÁLISE DOSIMÉTRICA	10
3. RESULTADOS	11
4. DISCUSSÃO.....	12
5. CONCLUSÃO	12
6. REFERÊNCIAS	13

RESUMO

A tomografia computadorizada é um exame de diagnóstico por imagem amplamente utilizado para o auxílio diagnóstico. A vasta utilização da TC proporcionou um avanço de tecnologias, equipamentos e técnicas que acabaram por ampliar as possibilidades e o uso desta modalidade. Os protocolos descritos são utilizados nos equipamentos de tomografia computadorizada presentes no setor de tomografia do HCFMB para realização dos exames. Na descrição levamos em consideração as situações em que é necessário o uso de contraste iodado para melhor visualização de estruturas e/ou órgãos de interesse. A descrição do protocolo para exames de tórax foi dividida em tórax rotina, tórax alta resolução e tórax nódulo pulmonar. Concluímos destacando a necessidade de estudos e aplicação da otimização dos protocolos, devido as altas doses de radiação incididas nos pacientes e visualizando a perspectiva de desenvolvimento dessa temática.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada; Protocolo; Tórax.

1. INTRODUÇÃO

1.1 IMPORTÂNCIA E HISTÓRICO

A tomografia computadorizada (TC) é uma técnica de obtenção de imagens radiológicas que permite a visualização de estruturas anatômicas. Essa técnica é utilizada para aplicações clínicas desde o início da década de 70 e até hoje é uma das principais ferramentas para o diagnóstico de diversas patologias. Foi desenvolvida pelo engenheiro inglês Godfrey Newbold Hounsfield em conjunto com um físico norte-americano Comark, por esse feito receberam o Prêmio Nobel de Medicina de 1979 ^(1, 11). O primeiro aparelho de TC foi instalado no Hospital Atkinson Morley em Londres, apenas a cabeça do paciente era acomodada e demorava cerca de 4,5 minutos para poder escanear uma fatia (*slice*) e mais 1,5 minuto para que a imagem digital fosse obtida no computador ⁽¹¹⁾. Nos últimos 30 anos ocorreram inúmeras inovações e evoluções na tecnologia dessa área, o que proporcionou a melhora da qualidade das imagens, diminuição do tempo de aquisição de imagens e redução significativa da dose de radiação incidida no paciente. Atualmente os aparelhos são capazes de acomodar o corpo todo do paciente, além de poder realizar a reprodução de uma secção em um segundo ou menos, permitindo estudos funcionais do organismo em vez de somente análises estatísticas ^(1,11).

Apesar do exame de tomografia computadorizada trazer grandes benefícios ao diagnóstico médico, este é um exame a base de radiação ionizante e, portanto, sua produção de raios-x possui energia suficiente para superar a energia de ligação dos elétrons que orbitam átomos e moléculas, retirando elétrons da sua órbita de modo a criar íons. Essa exposição à radiação em materiais biológicos produz radicais de hidroxila a partir da interação de raios-x com moléculas de água. Além disso os raios-x podem ionizar diretamente a molécula de DNA. A maior parte do dano induzido pela radiação é reparado por vários sistemas celulares, entretanto a quebra da dupla-hélice do DNA é mais difícil de ser reparada e ocasionalmente uma reparação errada pode induzir mutações pontuais, translocações cromossômicas e fusões de gene, situações que estão relacionadas com a indução de neoplasias ⁽¹²⁾. Tendo isso em vista, é necessário atentar-se para o fato de que existe um risco de câncer associado com a radiação emitida na TC ⁽¹²⁾.

Estudos comprovam que 70% das doses recebidas pela população, em exames diagnósticos provêm dos exames de TC ⁽⁸⁾. Devido ao possível risco

envolvendo a exposição a longo prazo da radiação são necessários sistemas de medição de radiação mais precisos ⁽⁹⁾. Assim como protocolos otimização de redução de dose incida nos pacientes sem o comprometimento de qualidade de imagem.

1.2 PRINCÍPIOS DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Essa técnica baseia-se no direcionamento de um feixe de raios-x colimado ao paciente, em forma de “leque”, conforme o conjunto fonte de raios-x e detector realizam uma varredura através do paciente, as estruturas internas do corpo atenuam o feixe de raios-x conforme suas densidades de massa e número atômico. A intensidade da radiação detectada varia de acordo com o padrão de atenuação, e um perfil de projeção é formado. Ao final de várias sequências de varredura há a formação de um grande número de projeções; o processamento computacional dessas projeções envolve a superposição de cada projeção para formar uma imagem das estruturas anatômicas naquele corte. O valor de cada incremento relaciona-se com o coeficiente de atenuação total do caminho percorrido pelos raios-x através do tecido. Através da utilização de equações simultâneas, obtêm-se uma matriz de valores, que representa a anatomia de uma secção transversal ⁽¹⁶⁾. A possibilidade de obtenção de cortes com espessura menor que 1mm (tecnologia submilímetro) permite o pós-processamento digital, a partir da Reformatação Multiplanar (MPR), das imagens em 2D no plano axial para obtenção de cortes nos planos coronal e sagital ou mesmo tornando-as em imagens 3D com alto grau de resolução ⁽⁷⁾.

1.3 COMPONENTES DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

O aparelho de tomografia computadorizada é composto por três componentes principais: O *Gantry*, a mesa e o computador ^(2,11).

O *gantry* é o local onde encontram-se todos os elementos necessários para registrar a transmissão dos dados do paciente, é formado pelo tubo de raios-x, um anel de detectores de radiação, colimadores e a grade antidifusora ^(2,11).

- a) O Tubo de raios-x é responsável pela produção de radiação ionizante que incidirá sobre o objeto de interesse, o tubo de raios-x usa um anodo desenvolvido para aguentar e dissipar cargas elevadas de calor, devido ao grande número de ciclos de aquisição é comum um sistema de arrefecimento forçado com água ou óleo ⁽²⁾.

- b) Os colimadores de feixe que possuem a função de identificar e limitar os feixes de raios-x apenas para a área de interesse radiológica, o que consequentemente diminui a área irradiada e o espalhamento de radiação.
- c) A grade antidifusora que são filtros que atuam reduzindo a radiação espalhada no receptor de imagem, quanto menor a radiação espalhada, melhor a qualidade de imagem adquirida ⁽⁵⁾.
- d) Os detectores que são tão importantes quanto o tubo de raios-x, suas principais características estão relacionadas com eficiência, estabilidade e velocidade. Existem basicamente dois tipos de detectores, os de cristais luminescentes compostos por Iodeto de sódio que são acoplados a câmaras fotomultiplicadoras, e os detectores de câmara de ionização que são constituídos de pequenos tubos que contém gás nobre, que em presença de radiação sofrem ionização e produzem corrente elétrica.

A mesa, onde o paciente é acomodado movimenta-se em direção a abertura do *gantry*, e durante o exame, possuem o movimento de subida e descida para acomodar o paciente. Em geral conseguem suportar pacientes de até no máximo 220 kg ^(2,11).

O computador que é responsável pela reconstrução da imagem tomográfica com base nas informações obtidas no *gantry* ^(2,11).

1.4 CONTRASTE

Os exames em uma TC podem conter ou não contraste dependendo do caso clínico do paciente, da estrutura ou órgão a se avaliar e/ou tipo de lesão a se estudar. O contraste iodado é o contraste utilizado na TC. Essa substância permite maior definição às imagens tomográficas, o que melhora a qualidade da informação morfológica fornecida pela TC.

Os contrastes podem ser divididos em: 1) O contraste iodado de alta osmolalidade que possui osmolalidade muito superior ao plasma (6 a 8 vezes), são constituídos de contrastes iônicos, possuem maior risco de causar efeitos adversos; 2) O contraste iodado de baixa osmolalidade, possuem osmolalidade abaixo do grupo anterior, entretanto possuem osmolalidade de 2 a 3 vezes maior que ao plasma, sua maioria é composta de contrastes não iônicos; 3) Contraste iodado isosmolar, possui

osmolalidade igual ao plasma, teoricamente deveria oferecer menos riscos em relação a efeitos adversos, no entanto existe controvérsia entre os estudos. O contraste utilizado rotineiramente é o contraste de baixa osmolalidade não iônico ⁽¹⁰⁾.

Apesar de seus benefícios, o contraste pode produzir reações adversas, a incidência geral de reações adversas ao contraste não iônico é estimada em 1 a 3%, enquanto que em reações consideradas somente graves é de 0,04% ⁽¹⁰⁾. Essas reações adversas podem ser classificadas quanto ao seu mecanismo etiológico, grau de severidade e tempo decorrido após a administração do contraste. Por exemplo, reações alérgicas ou de hipersensibilidade, reações quimiotáxicas, de grau de severidade leve, moderado ou grave e agudas ou tardias em relação ao tempo decorrido após a sua administração. Deste modo, são necessárias algumas medidas preventivas para reduzir a ocorrência e gravidade dessas reações adversas como levantamento dos fatores de risco, escolha do tipo de contraste, averiguação acerca de drogas utilizadas pelo paciente, medicação profilática, avaliação do estado geral do paciente, preparo quanto à hidratação e jejum, atenção aos aspectos emocionais do paciente, intervalo de pelo menos 48 horas entre as administrações, dose da substância do contraste, entre outros ⁽³⁾.

Nesse cenário, nosso objetivo é descrever o protocolo para TC de tórax e avaliar as doses de três protocolos de tórax em tomografia computadorizada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE TÓRAX

2.1.1 Protocolo de Tórax Rotina

O Protocolo de Tórax Rotina é indicado quando o paciente ainda não possui patologia definida, para *Check-ups*, acompanhamento de neoplasias, rastreamento de metástases e pós-operatórios ⁽⁶⁾. Os parâmetros de aquisição de imagem são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de Aquisição de Imagem

Kv / mAs	120 / Modulado
Espessura de Corte / Espessura incremento / GAP	5mm / 5mm / 0mm
Rot time	0,5mm
Espessura de Aquisição Volumétrica de Partes Moles / Espessura de Incremento	1mm / 3mm
MPR	Sagital e Coronal
Espessura de Reconstrução / Incremento / GAP	3mm / 3mm / 0mm
Reconstrução 3D	Se necessário
Colimação	Mínima possível
Filtros	Filtro Pulmonar – Variado por Fabricante Filtro Partes Moles – Variado por fabricante

O paciente deve ser posicionado em decúbito dorsal com os braços erguidos e com a luz de posicionamento na região da fúrcula esternal. O exame é composto por um *scout* duplo (uma imagem anteroposterior e uma imagem lateral) e uma fase sem contraste desde o ápice pulmonar até o final dos seios costofrênicos. Caso necessário é realizada uma fase contrastada com o mesmo planejamento da aquisição sem contraste. O paciente deve realizar a apneia durante a aquisição das imagens para minimizar artefatos de movimentos respiratórios.

O contraste auxilia no diagnóstico em casos de derrame pleural, tuberculose, linfoma, histoplasmose, caracterização de tumor/inflamação/infecção, pós-operatório, pneumonias e dúvidas em estruturas do mediastino ⁽¹³⁾. São administrados 80 ml de contraste iodado a uma pressão de 2,5ml/s na bomba injetora com início da aquisição 40s após o início da injeção.

2.1.2 Protocolo de Tórax Alta Resolução

O Protocolo de Tórax Alta Resolução é indicado para os exames que investigam patologias relacionadas exclusivamente com o parênquima e o interstício pulmonar ⁽⁶⁾.

O exame é realizado com o paciente posicionado em decúbito ventral e a varredura deve abranger desde o ápice pulmonar até o final dos seios costofrênicos. A aquisição da imagem deve necessariamente conter uma fase com janela de

parênquima pulmonar (LUNG). A reformatação deve ser feita a fim de evidenciar detalhes do interstício e da trama vaso-brônquica ⁽⁶⁾.

2.1.3 Protocolo de Tórax Nódulo Pulmonar Solitário

O Nódulo Pulmonar Solitário é definido como uma opacidade radiológica única, esférica e que possui um diâmetro igual ou menor que 3 cm. Caracteriza-se por estar sitiado por parênquima pulmonar e não ter atelectasia, linfadenopatia, pneumonia ou derrame pleural associados ⁽⁴⁾.

O protocolo contém uma fase sem contraste endovenoso em que a varredura deve conter desde os ápices pulmonares até o final das glândulas adrenais. Ao localizar-se o nódulo deve-se realizar cortes de 0,5mm x 0,3 mm no local.

Se necessário o protocolo pode conter uma fase com contraste endovenoso. A fase com contraste não é necessária quando o nódulo possui densidade de gordura ou calcificação, será apenas utilizado quando possuir densidades semelhantes a partes moles. Repetem-se então os cortes 0,5mm x 0,3mm no local do nódulo por 4 minutos.

2.2. EQUIPAMENTO DE TOMOGRAFIA

Foi utilizado o equipamento de tomografia computadorizada presente no setor de tomografia do HCFMB: um GE Optima de 64 canais multislice, com o sistema de modulação da corrente do tubo “Smart mA” (GE Medical Systems, Milwaukee, WI).

2.3. ANÁLISE DOSIMÉTRICA

Foi utilizado uma fantoma antropomórfico Alderson-Rando (AR), este corresponde a um adulto de 73,5kg e 1,70 m¹⁴. É composto por um esqueleto humano natural, cavidades de ar e material sintético natural que simula as partes moles.

O AR foi submetido ao exame de tomografia computadorizada de tórax (protocolo tórax rotina). Foram avaliados protocolos com *Noise Index* (NI) de 18, 25.74 e 30.9. Cada protocolo foi reproduzido duas vezes. Neste estudo, apenas o valor de

NI foi modificado, os demais parâmetros permaneceram iguais. A tabela 2 apresenta os valores de aquisição de imagem para cada protocolo.

Tabela 2. Parâmetros do protocolo de tórax

Parâmetros	1	2	3
Noise Index	18.00	25.74	30.90
Corrente (mA)	Smart mA	Smart mA	Smart mA
Tensão do tubo (kVp)	120	120	120
Colimação (mm)	64 x 1.0	64x 1.0	64 x 1.0
Espessura de corte (mm)	5	5	5
Tempo de rotação (s)	0.75	0.75	0.75
Helical Pitch	1.531	1.531	1.531
Orientação	Feet first	Feet first	Feet first

Os valores de CTDI e DLP foram obtidos pelos relatórios de dose fornecidos pelo tomógrafo ao final de cada exame. A dose efetiva (E) foi obtida de acordo com a *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) publicação 103.¹⁴ Foi utilizada a equação: $E = DLP \cdot CC$, onde CC são os fatores de conversão obtidos conforme a ICRP103.¹⁴ O fator de conversão para tórax utilizado neste estudo foi de 1.38.¹

3. RESULTADOS

A tabela 3 apresenta os valores de Dose Efetiva, CTDI e DLP para todos os protocolos avaliados.

Tabela 3. Média das doses obtidas para cada protocolo

	NI 18.0	NI 25.74	NI 30.9
CTDI _{VOL} (mGy)	12,345	10,725	6,385
DLP (mGy.cm)	466,99	345,455	262,230
Dose Efetiva (mSv)	6,72	5,87	4,45

NI = Noise Index.

É possível observar na tabela acima que comparados ao protocolo 1, os protocolos 2 e 3 tiveram redução nos valores de CTDI_{vol}, essas reduções foram de 13,13% e 48,28%, respectivamente.

Em relação ao DLP, se comparados ao protocolo 1, os protocolos 2 e 3 tiveram redução de 26,03% e 43,85%, respectivamente.

4. DISCUSSÃO

Segundo os dados obtidos houve redução de média de doses em relação a dose efetiva, CTDI e DLP entre os protocolos de tórax em TC. Essa redução de valores é condizente com os dados encontrados na literatura ⁽¹⁵⁾. Esses achados são cruciais quando levamos em consideração a grande importância dos protocolos de tórax na TC para o auxílio do diagnóstico de diversas doenças, pois, quando essa técnica é utilizada de forma indevida sem otimização de redução de dose há aumento da exposição desnecessária dos pacientes a radiação ionizante, situação que pode trazer sérios riscos de desenvolvimento de câncer; a redução de média de doses encontrada nos protocolos de tórax pode proporcionar de modo eficiente o auxílio no diagnóstico das doenças sem comprometimento da qualidade da imagem.

5. CONCLUSÃO

Concluimos que houve redução da média de doses obtidas em relação a Dose Efetiva, CTDI_{vol} e DLP entre os protocolos de tórax em TC analisados. Como perspectiva de continuidade, notamos a necessidade de analisar esses protocolos de modo a otimizar a dose de radiação incidida no paciente sem comprometer a qualidade da imagem.

6. REFERÊNCIAS

1. AMARO JÚNIOR, E; YAMASHITA, H. Aspectos básicos de tomografia computadorizada e ressonância magnética. **Rev. Bras. Psiquiatr**, [s.l.], v. 23, p.2-3, maio 2001. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-44462001000500002>>. Acesso em: 29 nov. 2016
2. DANCE, D. R. et al. Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students. Estados Unidos da América: Bernan Assoc, 2013.
3. JUCHEM, B. C; DALL'AGNOL, C. M; MAGALHÃES, A. M. M. Constraste iodado em tomografia computadorizada: prevenção de reações adversas. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [s.l.], v. 57, n. 1, p.57-61, fev. 2004. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0034-71672004000100012>>. Acesso em: 29 nov. 2016
4. MOSMANN, M. P. et al. Solitary pulmonary nodule and 18F-FDG PET/CT. Part 1: epidemiology, morphological evaluation and cancer probability. **Radiologia Brasileira**, [s.l.], v. 49, n. 1, p.35-42, fev. 2016. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2014.0012>>. Acesso em: 29 nov. 2016
5. NAVARRO, MVT. Evolução tecnológica do radiodiagnóstico. In: Risco, radiodiagnóstico e vigilância sanitária. Salvador: EDUFBA, 2009, pp. 31-36. ISBN 978-85-232-0924-7. Disponível em: SciELO Books <<http://books.scielo.org/id/q5/pdf/navarro-9788523209247-04.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2016
6. NÓBREGA, A.I. Técnicas de Imagem por Tomografia Computadorizada. São Paulo, 2014. (Apostila). Disponível em: <http://www.umadosedeinteligencia.files.wordpress.com/2014/09/tc_apostila_almi_r.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2016
7. NÓBREGA AI. Manual de tomografia computadorizada. São Paulo: Atheneu, Centro Universitário São Camilo; 2005.
8. LEE C. I; HAIMS A. H; MONICO E. P; et al. Diagnostic ct scans: assessment of patient, physician and radiologist awareness of radiation dose and possible risks. **Radiology**. 2004; 231:393–398.

9. HOROWITZ, Y. S; MOSCOVICH, M. Lif-tld in the microgray dose range via computerized glow curve deconvolution and background smoothing. **Radiat prot dosim.** 1986; 17(1-4):337-42.
10. TACHIBANA, A. Diretrizes assistenciais: manual prático sobre meios de contraste iodado em uso no Departamento de Diagnósticos por Imagem do Hospital Israelita Albert Einstein [Internet]. São Paulo: Hospital Israelita Albert Einstein; 2012 [citado 21 Nov 2016]. Disponível em: <<https://e-radiologia.org/2012/11/30/manual-pratico-sobre-meios-de-contraste-iodado-em-uso-no-departamento-de-diagnosticos-por-imagem-do-hospital-israelita-albert-einstein/>>. Acesso em: 29 nov. 2016
11. GARIB, D. G. et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, [s.l.], v. 12, n. 2, p.139-156, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <<http://dx.doi.org/10.1590/s1415-54192007000200018>>. Acesso em: 29 nov. 2016
12. BRENNER, D. J; HALL, E. J. Computed Tomography - An Increasing Source of Radiation Exposure. **N Engl J Med.** 2007; 357:2277-84.
13. COLÉGIO BRASILEIRO DE RADIOLOGIA E DIAGNÓSTICO POR IMAGEM (Brasil). Sugestão de Protocolos de Tomografia Computadorizada. 2015. Disponível em: <<http://cbr.org.br/wp-content/uploads/2013/05/Protocolos-de-TC-atualizada-17.08.151.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2016.
14. ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).
15. CHEN, J. H; JIN, E. H; HE, W. Z. L. Q. (2014) Combining Automatic Tube Current Modulation with Adaptive Statistical Iterative Reconstruction for LowDose Chest CT Screening. PLoS ONE 9(4): e92414. doi:10.1371/journal.pone.0092414
16. BUSHONG, S. C. CIENCIA RADIOLOGICA PARA TECNOLOGOS: Física, Biologia e Proteção. 9. ed. São Paulo: Elsevier Brasil, 2011.