

Readequação de protocolos de exames de tomografia computadorizada de abdome em um hospital universitário: impacto na dose de radiação*

Readjustment of abdominal computed tomography protocols in a university hospital: impact on radiation dose

Ricardo Francisco Tavares Romano¹, Priscila Silveira Salvadori¹, Lucas Rios Torres², Elisa Almeida Sathler Bretas³, Daniel Bekhor², Rogério Pedreschi Caldana⁴, Regina Bitelli Medeiros⁵, Giuseppe D'Ippolito⁶

Romano RFT, Salvadori PS, Torres LR, Bretas EAS, Bekhor D, Caldana RP, Medeiros RB, D'Ippolito G. Readequação de protocolos de exames de tomografia computadorizada de abdome em um hospital universitário: impacto na dose de radiação. Radiol Bras. 2015 Set/Out;48(5):292–297.

Resumo **Objetivo:** Quantificar a redução da dose estimada de radiação em exames de tomografia computadorizada de abdome após a implementação de novos protocolos dirigidos para a suspeita clínica e ajuste nos parâmetros técnicos de aquisição.

Materiais e Métodos: Foram avaliados, de forma retrospectiva e prospectiva, os relatórios de dose de exames de tomografia computadorizada de abdome realizados três meses antes (grupo A – 511 exames) e três meses após (grupo B – 788 exames) a implementação de novos protocolos de exame propostos em função das indicações clínicas. Contemporaneamente, os parâmetros de aquisição das imagens foram ajustados de modo a reduzir a exposição em cada fase do exame. Os grupos foram comparados quanto ao número médio de fases de aquisição, valores de CTDI_{vol} por fase, DLP por fase e DLP por exame.

Resultados: O grupo B apresentou redução significativa em todos os aspectos analisados: número de fases, CTDI_{vol} por fase, DLP por fase e DLP por exame mostraram reduções de 33,9%, 25,0%, 27,0% e 52,5%, respectivamente ($p < 0,001$).

Conclusão: O uso racional das fases de aquisição dirigidas para a suspeita clínica, em conjunto com adequação nos aspectos técnicos, permite reduzir pela metade a dose de radiação por exame de tomografia computadorizada de abdome.

Unitermos: Tomografia computadorizada; Abdome; Meio de contraste; Dose de radiação; Proteção radiológica.

Abstract **Objective:** To assess the reduction of estimated radiation dose in abdominal computed tomography following the implementation of new scan protocols on the basis of clinical suspicion and of adjusted images acquisition parameters.

Materials and Methods: Retrospective and prospective review of reports on radiation dose from abdominal CT scans performed three months before (group A – 551 studies) and three months after (group B – 788 studies) implementation of new scan protocols proposed as a function of clinical indications. Also, the images acquisition parameters were adjusted to reduce the radiation dose at each scan phase. The groups were compared for mean number of acquisition phases, mean CTDI_{vol} per phase, mean DLP per phase, and mean DLP per scan.

Results: A significant reduction was observed for group B as regards all the analyzed aspects, as follows: 33.9%, 25.0%, 27.0% and 52.5%, respectively for number of acquisition phases, CTDI_{vol} per phase, DLP per phase and DLP per scan ($p < 0.001$).

Conclusion: The rational use of abdominal computed tomography scan phases based on the clinical suspicion in conjunction with the adjusted images acquisition parameters allows for a 50% reduction in the radiation dose from abdominal computed tomography scans.

Keywords: Computed tomography; Abdomen; Contrast media; Radiation dose; Radiation protection.

INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada (TC) trouxe melhorias inestimáveis à prática clínica desde a sua concepção, substituindo outras modalidades diagnósticas em virtude da sua velocidade, eficiência e precisão; porém, o número crescente

* Trabalho realizado no Departamento de Diagnóstico por Imagem da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

1. Médicos Colaboradores do Departamento de Diagnóstico por Imagem da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

2. Mestres, Médicos Assistentes do Departamento de Diagnóstico por Imagem da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

3. Médica Pós-graduanda do Departamento de Diagnóstico por Imagem da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

4. Doutor, Médico Radiologista do Fleury Medicina e Saúde, São Paulo, SP, Brasil.

5. Professora Afiada do Departamento de Diagnóstico por Imagem da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

6. Livre-docente, Professor Adjunto do Departamento de Diagnóstico por Imagem da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. Ricardo Francisco Tavares Romano. Departamento de Diagnóstico por Imagem, EPM-Unifesp. Rua Napoleão de Barros, 800, Vila Clementino. São Paulo, SP, Brasil, 04024-002. E-mail: ricardo.romano@unifesp.br.

Recebido para publicação em 17/6/2014. Aceito, após revisão, em 17/9/2014.

de indicações e a facilidade de acesso levaram a um aumento significativo do número de exames tomográficos e da radiação à qual os pacientes são expostos⁽¹⁾.

Segundo dados do Conselho Norte-Americano de Proteção Radiológica, estima-se que a dose de radiação tenha quase dobrado desde 1980, principalmente à custa dos exames médicos de imagem, que contribuíram para um aumento da dose populacional em cerca de sete vezes, ultrapassando a exposição decorrente de fatores ambientais⁽¹⁾. No mesmo período, o número de exames de TC aumentou 20 vezes, passando de 3 milhões para 60 milhões de exames anuais, e hoje responde por um quarto da exposição populacional à radiação⁽²⁾.

Diante desse panorama, é crescente a disposição de médicos e entidades reguladoras⁽²⁾ em encontrar meios para reduzir a exposição dos pacientes à radiação durante exames de TC. Estratégias como o estabelecimento de critérios clínicos para a realização do exame e criação de algoritmos de investigação clínica, a redução no número de fases de aquisição do exame tomográfico⁽³⁾, a redução da área a ser examinada⁽⁴⁾ e o uso racional dos parâmetros técnicos da aquisição das imagens⁽⁵⁾ vêm sendo aplicadas com sucesso em instituições do mundo todo⁽⁶⁾, visando controlar a exposição à radiação.

Recentemente, alguns estudos demonstraram ser possível diminuir o número de fases de aquisição de acordo com a indicação clínica, mantendo a eficácia diagnóstica inalterada^(7,8), o que motivou a revisão completa dos protocolos de execução dos exames de TC de abdome realizados na nossa instituição e o estabelecimento concomitante de um programa de treinamento do pessoal envolvido na execução do exame, incluindo radiologistas, residentes, técnicos e enfermagem.

Com a elaboração desses novos protocolos de exame dirigidos para a suspeita clínica, a racionalização de aspectos técnicos ligados à aquisição de imagem e o treinamento dos profissionais do setor, nosso objetivo foi avaliar quantitativamente a redução de dose em exames de TC de abdome que essas estratégias determinaram nos exames realizados na nossa instituição.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado estudo retrospectivo e prospectivo, observacional, avaliando-se o relatório de dose dos exames de TC de abdome realizados em nosso hospital universitário em dois períodos distintos: a) durante três meses antes da implementação dos novos protocolos (setembro, outubro e novembro de 2012); b) durante três meses após a implementação desses protocolos (março, abril e maio de 2013). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (registro 296.803), tendo sido dispensada a aplicação de termo de consentimento livre e esclarecido.

Os critérios de inclusão foram exames de TC de abdome e pelve de pacientes com mais de 18 anos e que foram realizados no serviço durante os intervalos de tempo avaliados.

Os critérios de exclusão foram: a) pacientes que realizaram TC de outro segmento corporal concomitantemente ao exame de abdome e pelve, devido à dificuldade de estabelecer quais foram os limites da aquisição das imagens e respectiva dose de radiação; b) exames incompletos ou com erros técnicos.

Foram avaliados 1.299 exames, 511 realizados antes da revisão dos protocolos de exame (grupo A) e 788 realizados após a implementação dos novos protocolos (grupo B).

Todos os exames foram realizados em aparelhos de TC equipados com 64 fileiras de detectores, modelo Brilliance 64[®] (Philips Medical Systems; Cleveland, EUA), utilizando modulação automática de dose disponibilizada pelo fabricante (Z-DOM[®]).

Quando era indicado o uso de contraste iodado intravenoso, a injeção foi realizada seguindo os parâmetros da Tabela 1. Nos casos em que estavam indicadas as fases angiográficas ou arteriais, foi utilizado um programa de rastreamento automático sustentado do contraste (Bolus Tracking – ScanTools Pro[®]).

Inicialmente foi aplicado um programa de treinamento para os técnicos operadores dos aparelhos de TC, equipe de enfermagem, médicos do programa de residência em diagnóstico por imagem e do setor de radiologia do abdome, abordando o objetivo a ser alcançado e as mudanças propostas para esse fim. Esse treinamento foi realizado de forma presencial, mediante exibição de apresentações audiovisuais, e por fixação mural das novas diretrizes.

Após essa etapa, foi feito levantamento das indicações mais comuns de TC de abdome em nossa instituição, de modo a determinar quais as que deveriam ter seus protocolos de exame revisados. Uma vez determinadas as fases de aquisição necessárias para as indicações clínicas selecionadas, norteados pela nossa experiência previamente adquirida^(7,8), desenhamos um conjunto de protocolos de exames capaz de abrangê-las de forma simplificada e procurando utilizar diretrizes e recomendações amplamente divulgadas na literatura⁽⁴⁾.

Tabela 1—Parâmetros de aquisição de imagens.

Contraste	
Abdome e pelve	1,5 mL/kg (350 mOsm/L) ou 2,0 mL/kg (300 mOsm/L) até 150 mL 3 mL/s (5 mL/s se fase arterial)
Angiografia	1,0 mL/kg (350 mOsm/L) até 100 mL; 5 mL/s
Aquisições	
Pré-contraste	—
Arterial	20 s após limiar de 100 UH na aorta ou 40 s após início da injeção
Portal	20 s após fase arterial ou 75 s após início da injeção
Equilíbrio	2 min após fase portal ou 3 min após início da injeção
Tardia	7 a 10 min após fase portal
Extensão	
Abdome + pelve	Cúpula diafragmática até sínfise púbica
Abdome	Cúpula diafragmática até crista ilíaca

A comparação das doses de radiação foi feita por meio dos valores de índice de dose na TC ($CTDI_{vol}$) e do produto dose-extensão (*dose length product* – DLP) de cada exame no grupo A e no grupo B, respectivamente. O DLP representa a dose de radiação de um corte de TC multiplicado pela extensão do estudo e é medido em mGy/cm. A dose de radiação efetiva (que estima o risco total de indução de efeitos estocásticos decorrentes da exposição à radiação em um órgão irradiado) pode ser calculada multiplicando-se o DLP por um fator de correção em função da região anatômica estudada⁽⁸⁾. O fator de correção é utilizado para cálculo da dose efetiva (expressa em mSv), e em estudos tomográficos da região abdominal varia de 0,015 a 0,018⁽⁹⁾. Para efeito de cálculo, utilizamos neste estudo um fator de correção de 0,015 mSv/mGy*cm.

O resultado obtido a partir deste cálculo não é o valor exato da radiação estimada, mas pode ser utilizado como valor de referência em um determinado serviço de TC, uma vez que existe grande dificuldade prática em se medir a dose exata por paciente, decorrente de uma ampla quantidade de variáveis envolvidas no cálculo, inerentes ao paciente (por exemplo: índice de massa corpórea, circunferência abdominal, órgão irradiado) e aos fatores técnicos utilizados (por exemplo: kV, mAs, *pitch*)⁽⁹⁾.

Protocolos de aquisição

Com base em evidências da literatura, foram estabelecidos conjuntos de fases do exame de acordo com a suspeita clínica. Nesse processo tentamos manter o menor número viável de protocolos e organizá-los de forma a simplificar a sua prescrição e adoção pelos encarregados do exame (Tabela 2).

1 – Protocolo “Sem contraste”: esta fase foi adotada na indicação de pesquisa de litíase renal, apendicite e diverticulite aguda e nos pacientes com contra-indicação ao uso do iodo⁽¹⁰⁾.

2 – Protocolo “Contraste – fase única”: este protocolo foi adotado no reestadiamento de neoplasia hipovascular⁽¹¹⁾, pancreatite aguda⁽¹²⁾, pielonefrites complicadas⁽¹³⁾ e pesquisa de coleções intracavitárias^(7,8).

3 – Protocolo “Hipovascular”: realizado nos casos em que há necessidade de avaliar o realce de estruturas abdomi-

nais, como nos casos de abdome agudo de causa indeterminada, massas abdominopélvicas e controle de hematomas, assim como no estadiamento inicial de neoplasia hipovascular (por exemplo: carcinoma de reto)⁽¹¹⁾.

4 – Protocolo “Hipervascular”: realizado para pesquisa de lesão neoplásica hipervascular (por exemplo: pesquisa de metástases de melanoma, tumor carcinoide, etc.), sendo adotado na investigação, estadiamento e reestadiamento dessas neoplasias⁽¹⁴⁾.

5 – Protocolo “Nódulo hepático”: para caracterização de lesão hepática focal⁽¹⁵⁾ e na pesquisa de carcinoma hepatocelular⁽¹⁶⁾.

6 – Protocolo “Urotomografia”: utilizado na suspeita de lesões do trato urinário⁽¹⁷⁾ e mais especificamente na pesquisa da causa de hematuria.

7 – Protocolo “Trauma”: indicado na avaliação de paciente vítima de trauma abdominal. Neste protocolo realizamos uma aquisição portal, para caracterização de lesões em vísceras sólidas e vasos abdominais, e uma fase tardia, para avaliação do sistema urinário⁽¹⁸⁾. A realização adicional da fase arterial depende da suspeita de lesão de alta energia ou de trauma pélvico⁽¹⁹⁾.

8 – Protocolo “Angiotomografia abdominal”: é realizado na suspeita de aneurismas aórticos e esplêncnicos e outras anomalias vasculares, controle de endoprótese⁽²⁰⁾, bem como nos casos de abdome agudo vascular⁽²¹⁾.

9 – Protocolo “Adrenal”: a caracterização do nódulo adrenal quanto ao seu comportamento histológico depende principalmente da sua atenuação antes da injeção do contraste e do comportamento de sua curva de realce após a injeção do contraste⁽²²⁾. Neste sentido, o exame é encerrado após a fase sem contraste caso a densidade do nódulo seja menor que 10 unidades Hounsfield; caso contrário, se prossegue realizando as fases pós-contraste⁽²³⁾.

A coleta dos valores de dose estimada por exame foi realizada por meio de tabela padronizada gerada pelos aparelhos de TC e anexada às imagens DICOM. A análise estatística foi realizada com o programa estatístico SPSS 20 (IBM; EUA), utilizando o teste *t* de Student para variáveis independentes, para os valores de número de fases, $CTDI_{vol}$ por fase, DLP por fase e DLP por exame nos grupos A e B. O intervalo de confiança foi calculado para dois desvios-

Tabela 2—Protocolos de realização dos exames.

	Sem contraste	Arterial	Portal	Equilíbrio	Tardia
1	Sem contraste	Abdome + pelve			
2	Contraste – fase única		Abdome + pelve		
3	Hipovascular	Abdome + pelve	Abdome + pelve		
4	Hipervascular		Abdome	Abdome + pelve	
5	Nódulo hepático	Abdome	Abdome	Abdome + pelve	Abdome
6	Urotomografia	Abdome + pelve	Abdome	Abdome + pelve	Abdome + pelve
7	Trauma	Abdome + pelve	Abdome + pelve (fase arterial angiográfica)	Abdome + pelve	Abdome + pelve
8	Angiotomografia	Abdome + pelve	Abdome + pelve (fase arterial angiográfica)	Abdome + pelve	
9	Nódulo adrenal	Abdome + pelve		Abdome (se necessário)	Abdome 15 min (se necessário)

padrão (DP) e valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significantes.

RESULTADOS

Os grupos A e B foram inicialmente analisados quanto à sua composição em relação a gênero e idade. As idades aferidas apresentaram distribuição semelhante e sem diferença estatística significativa ($p = 0,024$). A distribuição de gêneros nos dois grupos também foi semelhante.

Na Tabela 3 encontram-se as informações coletadas antes e após a alteração dos protocolos de aquisição (grupos A e B) quanto ao número de fases por exame, CTDI_{vol} por fase, DLP por fase e DLP por exame.

Número de fases de aquisição

Entre os parâmetros individuais avaliados, o número de fases de aquisição realizado por exame foi o que apresentou maior redução; a média de fases por exame no grupo A foi 2,68 (DP = 1,14) e no grupo B foi 1,77 (DP = 1,09). Ou seja, em média, houve redução de cerca de 33% no número de fases realizadas por exame após a revisão dos protocolos.

Ao analisarmos a distribuição do número de fases nos dois grupos, nota-se que no grupo A cerca de 30% dos exames eram realizados com uma ou duas fases, ao contrário do grupo B, em que cerca de 80% dos exames foram assim realizados (Tabela 4).

CTDI_{vol} e DLP por fase

Em nossa avaliação, a adequação dos parâmetros de aquisição, tais como menor extensão de aquisição, redução do mAs e uso rotineiro do programa de modulação automática da dose, determinou uma redução significativa ($p < 0,001$) do CTDI_{vol} por fase e DLP por fase, respectivamente, da ordem de 25% e 27% por aquisição.

DLP por exame

Em nosso estudo, obtivemos redução significativa ($p < 0,001$) e da ordem de 52,5% (de 2222,32 mGy*cm para

1053,97 mGy*cm, entre o grupo A e o grupo B), o que equivale a uma redução da dose efetiva média por exame de 33,33 mSv para 15,98 mSv, ao aplicar o fator de conversão de 0,015 mSv/mGy*cm.

DISCUSSÃO

Abordagens como a diminuição da energia na geração dos raios X⁽²⁴⁾, limitação da área a ser examinada⁽⁴⁾, algoritmos de reconstrução aperfeiçoados⁽²⁵⁾ e redução do número de aquisições^(3,8) foram temas de grande número de estudos na última década^(6-8,14-26), permitindo que fosse possível realizar exames de TC abdominal com valores de dose efetiva similares aos de exames radiológicos especializados⁽²⁶⁾.

Ao aplicar um programa de racionalização de protocolos de exames de TC de abdome em nossa instituição, notamos uma redução de cerca de 50% da dose média de radiação por exame. Entre os fatores que determinaram esse resultado, destacamos que a redução média do número de fases em cerca de 33% e a redução do CTDI_{vol} e DLP em torno de 25% foram seus principais contribuintes.

A maior parte das grandes síndromes abdominais tem formas de apresentação que dispensam a utilização de alguma fase de aquisição quando comparadas a um protocolo completo de quatro fases (sem contraste, arterial, portal e equilíbrio)^(7,8). Assim, uma avaliação cuidadosa da suspeita clínica permite reduzir a quantidade de fases ao mínimo justificável⁽³⁾.

Durante o período de avaliação e validação dos novos protocolos no grupo de profissionais envolvidos na execução dos exames tomográficos, uma dificuldade se sobressaiu: a resistência de alguns radiologistas mais experientes em modificar práticas estabelecidas. Como já demonstrado na literatura, a remoção de fases de aquisição não implica necessariamente em uma redução da acurácia para muitas situações clínicas frequentemente atendidas em um serviço de TC. Porém, o hábito de utilizar todas as fases disponíveis fez parte da formação de muitos profissionais, herança de uma

Tabela 3—Número de fases e índice de dose de radiação médio por fase e por exame, nos grupos A e B.

	Grupo A (n = 511)		Grupo B (n = 788)		Diferença	IC 95%	p (< 0,05)
	Média	DP	Média	DP			
Número de fases	2,68	1,14	1,77	1,09	0,91 (33,9%)	0,78–1,03	< 0,001
CTDI _{vol} por fase	16,39	5,39	12,28	4,21	4,11 (25,0%)	3,56–4,67	< 0,001
DLP por fase	814,37	300,41	594,88	2,25	219,48 (27,0%)	188,98–249,99	< 0,001
DLP por exame	2222,32	1198,87	1053,97	761,18	1168,35 (52,5%)	1051,42–1285,28	< 0,001

DP, desvio-padrão; IC 95%, intervalo de confiança 95%; $p < 0,05$ é considerado estatisticamente significativo.

Tabela 4—Mudança no número de aquisições quando comparados os grupos A e B.

Número de aquisições	Grupo A	Grupo B
Uma fase	147 (28,8%)	453 (57,5%)
Dois fases	0 (0%)	182 (23,1%)
Três fases	233 (45,6%)	31 (3,9%)
Quatro fases	131 (25,6%)	122 (15,5%)

época em que se privilegiava um exame supostamente mais completo, mesmo quando essa estratégia não promovia um aumento expressivo na eficácia diagnóstica do método^(3,7,8).

Em ordem de grandeza semelhante, a melhoria dos parâmetros de geração dos raios X nos forneceu uma abordagem distinta para a redução de dose. Sem comprometer a qualidade diagnóstica das imagens, como previamente demonstrado⁽⁸⁾, essa melhoria permitiu diminuir em 25% a

dose estimada de radiação em todos os exames, tanto nos que mantiveram protocolos com quatro fases de aquisição quanto nos com fase única. O valor médio do $CTDI_{vol}$ por fase resultante é muito próximo do encontrado em estudo experimental de redução de dose⁽²⁷⁾ e é considerado adequado para acreditação nas sociedades radiológicas que utilizam esse parâmetro⁽²⁸⁾.

Além da redução da exposição à radiação, a otimização dos protocolos trouxe benefícios adicionais, como a redução do tempo de execução dos exames. Anteriormente à revisão dos protocolos, 71,2% (364/511 exames) dos pacientes realizavam aquisições na fase de equilíbrio (Tabela 4), permanecendo por pelo menos sete minutos no equipamento de TC. Após a implantação dos novos protocolos, somente 15,5% dos pacientes (122/768 exames) realizaram a fase de equilíbrio. Considerando-se o volume de exames de abdome no ambiente hospitalar e que tanto o paciente quanto o aparelho aguardam cerca de três minutos por exame para realizar a fase de equilíbrio, a retirada dessa fase proporcionou economia de tempo para a realização de mais exames por dia e um menor tempo de estadia do paciente no aparelho.

Outro desfecho secundário identificado foi o melhor aproveitamento de recursos do tomógrafo e armazenamento de dados. Considerando-se toda nossa amostra, foram realizadas 1.370 aquisições em 511 exames antes da revisão (média de 2,68 aquisições por exame) e 1.398 aquisições em 788 exames depois (média de 1,77 aquisições por exame). Ao reduzir o número de fases, diminui-se o desgaste imposto ao tomógrafo, propiciando maior vida útil à ampola de raios X e redução do volume de imagens a ser processado e armazenado.

Um dos cuidados que devem ser considerados ao revisar protocolos de exames está relacionado à manutenção da eficiência e eficácia diagnóstica do método. A eficiência pode ser medida pela proporção de reconvocações necessárias para complementar um exame inicialmente considerado insuficiente. A eficácia pode ser avaliada indiretamente pelo cálculo do valor agregado para cada fase adicional de aquisição. Durante a realização desse estudo, foi mantido controle constante sobre o número e motivo das reconvocações. No período do estudo, a média mensal de reconvocações permaneceu praticamente inalterada, com nove complementações no trimestre em cada grupo estudado, correspondendo, respectivamente, a 1,7% (grupo A) e 1,1% (grupo B) dos exames. Essas reconvocações aconteceram principalmente em razão da utilização de protocolos inadequados em exames cuja história clínica completa do paciente não estava disponível durante a avaliação inicial. Apesar de a reconvocação consistir em um desconforto para o paciente e uma exposição extra à radiação, consideramos que o benefício da realização dos protocolos revisados se mantém, tanto no âmbito individual, em que o paciente será submetido a menor dose de radiação efetiva, quanto no âmbito populacional, com doses médias de radiação menores.

Em relação à eficácia dos protocolos adotados neste estudo, foi possível demonstrar, em trabalhos anteriores rea-

lizados pelo nosso grupo^(7,8), bem como em outros centros de pesquisa^(3,11,12,27), que protocolos de exame dirigidos para suspeita clínica não alteram a acurácia diagnóstica de forma expressiva quando criteriosamente implementados. Por esta razão, a avaliação da acurácia da TC após a inserção dos novos protocolos na rotina de atendimento não fez parte de nossos objetivos no presente estudo, tendo nos concentrado na medição da dose de radiação.

Identificamos algumas limitações em nossa pesquisa. A primeira é que, ao quantificar a redução da exposição à radiação, utilizamos o relatório de dose fornecido pelo equipamento, sem levar em consideração o peso e a constituição corporal do paciente, fatores determinantes na estimativa correta da dose efetiva. No entanto, estudamos, em ambos os grupos, todos os pacientes adultos de ambos os sexos e com distribuição semelhante, atendidos na rotina do serviço, permitindo uma comparação confiável, pois variações de peso e constituição se dispersam no volume da amostra. Limitação semelhante foi observada em outro estudo multicêntrico⁽²⁹⁾. Em segundo lugar, além das mudanças executadas durante este estudo, existe espaço para redução da dose de radiação na TC por meio de outras técnicas, como o *split-bolus*, em que a injeção intravenosa do contraste é feita de forma segmentada e uma aquisição corresponde a múltiplas fases de realce concomitantes. Finalmente, não fizemos uso de algoritmos de reconstrução iterativa (iDose[®]; Philips Medical Systems), que permitiriam alcançar níveis ainda menores de radiação⁽²⁵⁾, por não estar disponível nos nossos equipamentos. Acreditamos que se estas estratégias fossem aplicadas, os resultados obtidos poderiam ser ainda mais expressivos.

CONCLUSÃO

A aplicação de conceitos como a revisão dos parâmetros técnicos na formação das imagens e o uso racional de múltiplas fases de aquisição no nosso serviço permitiram reduzir pela metade o índice de dose médio por exame de TC abdominal. No presente cenário, em que a utilização da TC na prática médica torna-se cada vez mais comum, é fundamental que os exames sejam realizados de modo a minimizar a exposição dos pacientes à radiação. O radiologista é responsável pela constante revisão e atualização destes protocolos.

REFERÊNCIAS

- Schauer DA, Linton OW. National Council on Radiation Protection and Measurements report shows substantial medical exposure increase. *Radiology*. 2009;253:293–6.
- Amis ES Jr, Butler PF, Applegate KE, et al. American College of Radiology white paper on radiation dose in medicine. *J Am Coll Radiol*. 2007;4:272–84.
- Johnson PT, Fishman EK. Routine use of precontrast and delayed acquisitions in abdominal CT: time for change. *Abdom Imaging*. 2013;38:215–23.
- Zanca F, Demeter M, Oyen R, et al. Excess radiation and organ dose in chest and abdominal CT due to CT acquisition beyond expected anatomical boundaries. *Eur Radiol*. 2012;22:779–88.
- Schindera ST, Treier R, von Allmen G, et al. An education and training programme for radiological institutes: impact on the reduction of the CT radiation dose. *Eur Radiol*. 2011;21:2039–45.

6. Paolicchi F, Faggioni L, Bastiani L, et al. Real practice radiation dose and dosimetric impact of radiological staff training in body CT examinations. *Insights Imaging*. 2013;4:239–44.
7. Costa DMC, Salvadori PS, Monjardim RF, et al. When the non-contrast-enhanced phase is unnecessary in abdominal computed tomography scans? A retrospective analysis of 244 cases. *Radiol Bras*. 2013;46:197–202.
8. Salvadori PS, Costa DMC, Romano RFT, et al. What is the real role of the equilibrium phase in abdominal computed tomography? *Radiol Bras*. 2013;46:65–70.
9. Deak PD, Smal Y, Kalender WA. Multisection CT protocols: sex- and age-specific conversion factors used to determine effective dose from dose-length product. *Radiology*. 2010;257:158–66.
10. Keyzer C, Cullus P, Tack D, et al. MDCT for suspected acute appendicitis in adults: impact of oral and IV contrast media at standard-dose and simulated low-dose techniques. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;193:1272–81.
11. Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur J Cancer*. 2009;45:228–47.
12. Balthazar EJ. Acute pancreatitis: assessment of severity with clinical and CT evaluation. *Radiology*. 2002;223:603–13.
13. Saunders HS, Dyer RB, Shifrin RY, et al. The CT nephrogram: implications for evaluation of urinary tract disease. *Radiographics*. 1995;15:1069–85.
14. Wong JC, Lu DS. Staging of pancreatic adenocarcinoma by imaging studies. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2008;6:1301–8.
15. Baron RL, Peterson MS. From the RSNA refresher courses: screening the cirrhotic liver for hepatocellular carcinoma with CT and MR imaging: opportunities and pitfalls. *Radiographics*. 2001;21 Spec No:S117–32.
16. Kim SK, Lim JH, Lee WJ, et al. Detection of hepatocellular carcinoma: comparison of dynamic three-phase computed tomography images and four-phase computed tomography images using multidetector row helical computed tomography. *J Comput Assist Tomogr*. 2002;26:691–8.
17. Nolte-Ernsting C, Cowan N. Understanding multislice CT urography techniques: many roads lead to Rome. *Eur Radiol*. 2006;16:2670–86.
18. Stuhlfaut JW, Lucey BC, Varghese JC, et al. Blunt abdominal trauma: utility of 5-minute delayed CT with a reduced radiation dose. *Radiology*. 2006;238:473–9.
19. Anderson SW, Lucey BC, Rhea JT, et al. 64 MDCT in multiple trauma patients: imaging manifestations and clinical implications of active extravasation. *Emerg Radiol*. 2007;14:151–9.
20. Rakita D, Newatia A, Hines JJ, et al. Spectrum of CT findings in rupture and impending rupture of abdominal aortic aneurysms. *Radiographics*. 2007;27:497–507.
21. Kirkpatrick ID, Kroeker MA, Greenberg HM. Biphasic CT with mesenteric CT angiography in the evaluation of acute mesenteric ischemia: initial experience. *Radiology*. 2003;229:91–8.
22. Johnson PT, Horton KM, Fishman EK. Adrenal imaging with multidetector CT: evidence-based protocol optimization and interpretative practice. *Radiographics*. 2009;29:1319–31.
23. Korobkin M, Brodeur FJ, Francis IR, et al. CT time-attenuation washout curves of adrenal adenomas and nonadenomas. *AJR Am J Roentgenol*. 1998;170:747–52.
24. Funama Y, Awai K, Nakayama Y, et al. Radiation dose reduction without degradation of low-contrast detectability at abdominal multisection CT with a low-tube voltage technique: phantom study. *Radiology*. 2005;237:905–10.
25. Silva AC, Lawder HJ, Hara A, et al. Innovations in CT dose reduction strategy: application of the adaptive statistical iterative reconstruction algorithm. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;194:191–9.
26. Poletti PA, Platon A, Rutschmann OT, et al. Abdominal plain film in patients admitted with clinical suspicion of renal colic: should it be replaced by low-dose computed tomography? *Urology*. 2006;67:64–8.
27. Dalmazo J, Elias Júnior J, Brocchi MAC, et al. Radiation dose optimization in routine computed tomography: a study of feasibility in a university hospital. *Radiol Bras*. 2010;43:241–8.
28. McCollough C, Branham T, Herlihy V, et al. Diagnostic reference levels from the ACR CT Accreditation Program. *J Am Coll Radiol*. 2011;8:795–803.
29. Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, et al. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Arch Intern Med*. 2009;169:2078–86.