

Odair Henrique Gavério Diniz

**PROTOCOLO DE ABDOME TRIFÁSICO EM TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA**

Botucatu

2016

Odair Henrique Gavério Diniz

**PROTOCOLO DE ABDOME TRIFÁSICO 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 TÉCN. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.

DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Palavras-chave: Abdome; Protocolo; Radiologia; Tomografia
computadorizada; Trifásico.

Diniz, Odair Henrique Gavério.

Protocolo de abdome trifásico em tomografia
computadorizada / Odair Henrique Gavério Diniz. -
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: 40106004

1. Abdome - Imagem. 2. Tomografia. 3. Protocolos
médicos. 4. Radiologia. 5. Meios de contraste (Diagnóstico
por imagem). 6. Diagnóstico por imagem.

RESUMO

A tomografia computadorizada entre outros aspectos é uma metodologia diagnóstica não invasiva e com alto grau de precisão. Evoluções tecnológicas foram essenciais para melhor desenvolvimento do método. Assim, como indicação clínica, posicionamento, parâmetros físicos do protocolo trifásico. Juntamente com a questão do uso e da quantidade de contraste injetado e suas várias formas de aplicação, com a necessidade da utilização da fase de equilíbrio nos diversos tipos de indicações.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. PROTOCOLO TRIFÁSICO.....	8
2.1. Preparo pré-exame	8
2.2. Contraste.....	10
2.3. Posicionamento.....	11
2.4. Aquisição das Imagens	11
3. CONCLUSÃO.....	13
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

1. INTRODUÇÃO

A introdução do uso de tomografia computadorizada na clínica médica, teve início pela necessidade de poder-se analisar o corpo humano internamente, a fim de descobrir qual enfermidade o acometia. ⁽¹⁾

Segundo Carvalho ⁽¹⁾, os raios X tem sido utilizados como método de diagnóstico em medicina, através da radiografia e da radioscopia. Com o passar dos anos, o diagnóstico radiológico passou por significativo avanço tecnológico, pela produção de aparelhos de maior potência e qualidade, resultando em melhor aproveitamento da radiação. ⁽¹⁾

Nos anos 60, de forma lenta a tomografia computadorizada médica começa a ser desenvolvida. A fundamentação matemática iniciou-se com Hounsfield que estava realizando um trabalho sobre a possibilidade de utilizar o computador para a reconstrução de "retratos falados" de criminosos através de padrões de reconhecimento. Porém ao final de alguns anos, a polícia inglesa desistiu desse projeto de pesquisa. Com anos de estudo de reconstruções matemáticas, Hounsfield uniu-se a Ambrose, neurorradiologista, que questionava se o material serviria para ver o interior de um crânio. Hounsfield acreditava que um feixe de raios X continha mais informação do que era possível capturar com um filme e pensou que um computador talvez ajudasse a obter essa informação. ⁽²⁾ As primeiras imagens com finalidade diagnóstica foram feitas do encéfalo, utilizando um novo método diagnóstico para medir descontinuidade de densidades criada por Ambrose e Hounsfield. ⁽¹⁾

Ao longo da história Johann Radon, matemático austríaco, desenvolveu uma equação denominada de "transformada de Radon", demonstrando que um objeto tridimensional poderia ser reproduzido a partir de um conjunto de projeções. ⁽¹⁾ Este conceito seria a base matemática da tomografia computadorizada algumas décadas depois. A mais prematura demonstração foi feita pelo neurologista William Oldendorf que, manualmente utilizando argolas de ferro e de alumínio, construiu um sistema de reconstrução de uma seção transversal. ⁽³⁾ Esse invento utilizava um método de retroprojeção muito simples, tornando impraticável sua utilização, porque necessitava de extensa análise. Kuhil e Edwards mostraram um método capaz de apresentar a distribuição de radionuclídeos em imagem, mas ainda os computadores não eram capazes de realizar rapidamente os cálculos e a projeção necessária. ⁽¹⁾

Este problema foi resolvido por Allan Cormack, que desenvolvia um algoritmo matemático para a reconstituição tridimensional da distribuição da concentração de radionuclídeos a partir dos dados coletados de um equipamento de câmera-pósitron. A resposta de Cormack foi que em termos práticos sabe-se que uma radiografia mostra informações limitadas porque certas estruturas são obscurecidas por outras de densidade maior e seria possível retirar mais informação se pudéssemos ver dentro do objeto.⁽¹⁾ Isto foi, pelo menos, a princípio o que Radon disse, tornando assim, seu teorema em uma ferramenta prática.⁽¹⁾

Com essa fundamentação matemática Hounsfield desenvolve o primeiro computador totalmente transistorizado, com tempo de aquisição da imagem de nove dias e demorando cento e cinquenta minutos para processar uma imagem.⁽¹⁾ Como objetivo de redução do tempo do exame, Hounsfield utilizou um tubo e um gerador de raio X. Assim, o tempo de aquisição de imagens passou para nove horas, diminuindo o tempo de obtenção da imagem e melhorando sua qualidade.⁽¹⁾

Nos tomógrafos atuais, um tubo de raio X emite um feixe de radiação laminar em forma de leque e de espessura muito fina que atravessa o paciente indo sensibilizar o conjunto de detectores.⁽⁴⁾ Este, por sua vez, encarrega-se de transmitir os sinais obtidos em forma de corrente elétrica de pequenas intensidades a um dispositivo eletrônico que transforma os sinais obtidos em dígitos de computador.⁽⁴⁾

Os antigos tomógrafos continham um sistema composto por um tubo de raios X, que produzia um único feixe cilíndrico, atingindo o único detector que mede a intensidade do feixe.⁽⁵⁾ Em sua origem o sistema contava com um par de colimadores minimizando o espalhamento do feixe. A fonte e o detector de raios X movem-se em sincronia em lados opostos do paciente executando um escaneamento linear seguindo uma rotação de um grau e um novo escaneamento linear é feito.⁽⁵⁾ O sistema executa um total de 180 varreduras lineares em cada rotação de um grau em torno da seção gastando aproximadamente 4 minutos e meio. A seção tem treze milímetros e a imagem gerada tem dimensões de 80 x 80 pixels que gera aproximadamente após sete minutos de processamento computacional.⁽⁵⁾

Com o passar do tempo os tomógrafos foram sendo desenvolvidos visando reduzir o tempo de escaneamento e diminuir a exposição do paciente à radiação. Manteve-se o movimento de varredura linear seguida de uma rotação.⁽⁵⁾ Porém, o feixe de raios x passou a ter formato de leque.⁽⁵⁾ O número de rotações e

translações caiu de 180 para 18 e o tempo de escaneamento ficou entre 10 e 20 segundos. Reduzindo o tempo de obtenção de dados de uma seção. Mas o tempo de obtenção de dados ainda não permitiu realizar imagens do coração. ⁽⁵⁾

A próxima evolução dos aparelhos de tomografia computadorizada, abandonaram os movimentos de translação do tubo de raios x e dos detectores e passaram a contar com um leque de ângulo maior e uma base de detectores mais ampla em formatos semicircular. ⁽⁵⁾

Nos tomógrafos atuais, um tubo de raio X emite um feixe de radiação laminar em forma de leque e de espessura muito fina que atravessa o paciente indo sensibilizar o conjunto de detectores. ⁽⁴⁾ Este, por sua vez, encarrega-se de transmitir os sinais obtidos em forma de corrente elétrica de pequenas intensidades a um dispositivo eletrônico que transforma os sinais obtidos em dígitos de computador. ⁽⁴⁾

Para que a imagem possa ser interpretada como uma imagem anatômica, múltiplas projeções são realizadas a partir de diferentes ângulos. O computador de posse dos dados obtidos nas diferentes projeções constrói uma imagem digital. Cada elemento de imagem (pixel) apresentar-se-á com um tom de cinza correspondente à sua densidade radiológica. Estruturas com alta densidade, como os ossos, por exemplo, apresentam-se claras, “hiperatenuantes”, na imagem tomográfica, o ar, pela sua baixa densidade, apresenta-se escuro “hipoatenuante”. ⁽⁴⁾ A escala de Hounsfield representa em unidades HU (*Hounsfield Unit*) as densidades radiológicas das diferentes estruturas anatômicas, atribuindo-lhes uma graduação específica da escala de cinza do equipamento de tomografia. ⁽⁴⁾

Na expectativa de aumentar ainda mais a capacidade de obtenção de cortes por unidade de tempo, surgiram os equipamentos helicoidais de tecnologia multidetectores ou mais conhecidos como multislice. Esses equipamentos passaram a apresentar múltiplos conjuntos de anéis detectores tornando-se possível a aquisição simultânea de vários cortes de imagens. ⁽⁴⁾ A possibilidade de obtenção de cortes com a espessura menor que 1 mm (tecnologia *submilimeter*) permite, no pós-processamento das imagens, a obtenção de modelos tridimensionais e de reformatações vasculares com alto grau de resolução. ⁽⁴⁾

Os tomógrafos multidetectores apresentam um diferencial relacionado a alta velocidade com que o conjunto tubo-detectores giram no interior do gantry. Observam-se, em alguns equipamentos, revoluções com tempo menor do que 0,5

segundos (tecnologia *subsecond*). Este reduzido tempo permitiu novos protocolos de estudos e possibilitou ainda a realização de exames com sincronização cardíaca. ⁽⁴⁾

A sincronização cardíaca (*gating*), juntamente a pequenas espessuras de corte, está implementada nos protocolos de estudo do coração. Com esta técnica obtêm-se imagens cardíacas com alta resolução anatômica e definição suficiente para análise das artérias coronárias. Esta grande velocidade permitiu ainda uma maior dinâmica e precisão nos procedimentos de biopsias guiadas por tomografia computadorizada. ⁽⁴⁾

2. PROTOCOLO TRIFÁSICO

2.1. Preparo pré-exame

No exame de tomografia computadorizada grande parte das contraindicações estão relacionadas ao uso de contraste iodado. Para o exame de TC de abdome é necessário jejum absoluto de 4 horas. O formulário de contraindicação deve ser respondido previamente ao exame pois algumas condições do paciente são contraindicadas para administração do contraste ou exigem preparo especial, conforme tabela 1.

Tabela 1. Recomendações para uso do contraste iodado em situações específicas. Modificado¹²

Órgão/Condição	Reação	Recomendação
Doenças Tireoidianas	Exacerbação de hipertireoidismo, especial atenção para bócio nodular atóxico e prematuros e neonatos	Evitar contraste em hipertireoidismo e bócio Em prematuros, testar função tireoidiana 10 dias após injeção (hipotireoidismo)
Mieloma Múltiplo	Ligação proteica com maior risco de nefropatia	Utilizar contraste não iônico (parece não haver aumento do risco)

		Importante hidratação
Doenças autoimunes	Ativação do complemento com exacerbação dos sintomas	Corticoide 24 – 48 horas antes do contraste
Anemia Falciforme	Crise de falcização	Contraindicação para injeção arterial Pode-se utilizar contraste não iônico venoso, caso esteja bem controlado e com função renal boa
Miastenia Gravis	Exacerbação e indução de crise miastênica	Evitar o uso do contraste
Gravidez	Passagem transplacentária muito pequena, mas não há evidência comprovada da segurança do uso	Utilizar somente em casos bem indicados Consentimento informado
Lactação	Absorção pelo lactente de 0,2% da dose Provavelmente sem efeito adverso	Não necessário, mas como precaução, pode-se suspender aleitamento por 24h (armazenar leite antes da injeção)

Diabéticos em uso de metformina devem suspender o medicamento 48h antes e 48h após o exame.

Pacientes com função renal alterada, creatinina >1,2, devem realizar preparo prévio com bicarbonato. O preparo consiste em 154 mL de bicarbonato de sódio 8,4%, diluído em 846 mL de soro glicosado 5% (na prática: pegar 1000 mL de SG5%, desprezar 150 mL e repor este mesmo volume por bicarbonato de sódio

8,4%).¹² A solução deve ser administrada por via venosa 1 hora antes do exame (3mL/kg/hora) e 6 horas após a injeção do contraste (1 mL/kg/hora).¹²

Pacientes alérgicos ao contraste iodado, a frutos do mar ou acometidos por bronquite e asma devem fazer preparo antialérgico prévio, como descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Esquemas de preparo antialérgico pré-exame de tomografia computadorizada.

Tempo de preparo	Esquema medicamentoso
Preparo de 30 minutos	Hidrocortisona 500 mg + Fernegan 50 mg
Preparo de 13 horas	Prednisona 50 mg
Preparo de 72 horas	Meticorten 20 mg

2.2. Contraste

Na tomografia computadorizada o contraste utilizado é o iodo. A escolha do iodo se dá devido ao alto número atômico que possui ($Z=53$), favorecendo sua interação com os fótons de raios X e produzindo, por consequência, sinais de hiperdensidade na imagem tomográfica.⁽⁴⁾

Os contrastes triiodados atuais podem ser do tipo iônico, aqueles que quando se encontram em solução dissociam-se em íons, e os não-iônicos que quando em solução mantêm a estrutura molecular íntegra.⁽⁴⁾ Os contrastes não-iônicos são de uso preferencial pois apresentam menor incidência de reação adversa e apresentam alto poder de contrastação.⁽⁴⁾

Para injeção via endovenosa, o volume médio de contraste utilizado para adultos é de 3 a 5 mL por quilograma. Em crianças a dose média é de 1 a 2 mL por quilograma.⁽⁴⁾ Injeções rápidas produzem desconforto, podendo levar o paciente a sentir forte calor e náuseas, muitas vezes, acompanhadas de vômitos.

Quando necessário utilizar o contraste por via oral, este é diluído em água (30 mL de contraste para 1L de água) com duração total de 2 horas, com ingestão de um copo de 200 mL a cada 30 minutos.⁽⁴⁾ O último copo deve ser administrado no

momento em que o paciente é posicionado no equipamento, com o objetivo de evidenciar a parede gástrica. ⁽⁷⁾

O contraste retal deve ser feito no início do exame, imediatamente antes da aquisição dos cortes. A administração do meio é feita por meio de infusão direta de uma solução de 25 mL de contraste iodado diluído em 500 mL de soro fisiológico ou de 50 ml de contraste iodado diluído em 1L de soro fisiológico.

2.3. Posicionamento

O posicionamento na grande maioria dos casos é feito em decúbito dorsal tendo como referência as cúpulas diafragmáticas na linha inicial e a sínfise púbica na linha terminal. Em algumas situações pode-se colocar o paciente em decúbito lateral ou ventral para permitir melhor acesso na realização de drenagem percutânea de coleção ou de biopsias. ⁽⁷⁾

2.4. Aquisição das Imagens

As principais patologias que afetam a morfologia do sistema digestório podem ser ricamente demonstradas por meio da tomografia computadorizada. Os tumores, doenças inflamatórias, doenças oclusivas, cálculos e as alterações nas paredes e cavidades intestinais são as principais patologias pesquisadas. ⁽⁷⁾

A escolha do tempo de corte é limitada pela capacidade do tubo e pela mecânica do *gantry*, devendo-se utilizar o tempo mais curto possível sempre que não prejudicar a qualidade da imagem. ⁽⁷⁾

Na aquisição de imagens de abdome superior, realiza-se espessura de corte de 3 a 5 mm, incremento de 3 a 5 mm e algoritmos standard/soft, gerando aproximadamente 200 imagens, varrendo-se desde a cúpula diafragmática até a bifurcação da aorta abdominal. ⁽⁷⁾⁽¹³⁾

Para aquisição de imagens do abdome total faz-se cortes desde a cúpula diafragmática até a sínfise púbica, realizando espessura do corte de 3 a 5 mm, incremento de 3 a 5 mm e algoritmos standard/soft com geração de aproximadamente 400 imagens. ⁽⁷⁾⁽¹³⁾

O protocolo trifásico é constituído de uma fase sem contraste, fase arterial, fase portal, fase de equilíbrio e uma fase excretora/tardia. Na fase arterial é realizada aquisição de imagens do abdome superior, de 30 a 40 segundos após o

início da injeção do contraste.⁽⁷⁾ A fase portal constitui em aquisição de imagens do abdome total após 60 segundos da injeção do contraste.⁽⁷⁾ Na fase de equilíbrio, quando necessária, é feita uma varredura de abdome superior iniciando-se os cortes 2 minutos após a injeção do meio de contraste.⁽⁷⁾

As janelas obedecem a escalas de cinza cuja característica morfológica de cada órgão é representada em escala Hounsfield (HU). A largura da janela *Windows wide* e *windows level* e brilho fazem a conversão das cores em janelas como a óssea, partes moles e pulmonar.⁽⁸⁾ A utilização dessas diversas janelas, fornecidas pelo software, é fundamental para uma análise completa do parênquima hepático.⁽⁸⁾

No protocolo específico para pâncreas são realizadas quatro fases de aquisição: uma fase sem contraste, uma fase arterial iniciada em 40 segundos, uma fase portal e uma fase excretora/tardia com 10 minutos. As principais doenças a serem investigadas são o estadiamento de câncer no pâncreas, nódulo ou cisto pancreático, pesquisa de tumor neuroendócrino e pancreático e pancreatite aguda.^{(9) (13)}

Hematúria a esclarecer, estadiamento ou controle de neoplasias do trato urinário, cistos renais, dilatação do sistema coletor e pielonefrite, são indicações clínicas para uso do protocolo de litíase com contraste, onde também são feitas as fases sem contraste, arterial, portal e uma fase excretora/tardia de 10 minutos. Em casos de cálculo renal e nefrolitíase, são adquiridos cortes sem adição de contraste.^{(9) (13)}

3. CONCLUSÃO

A TC sendo um exame de alta velocidade, eficiência e precisão teve um aumento significativo do número de exames, aumentando a exposição à radiação nos pacientes.⁽¹¹⁾ O conselho norte-americano de proteção radiológica estimou que de 1980 até os tempos atuais a dose de radiação praticamente dobrou por conta de exames de imagem.⁽¹¹⁾ Estima-se que de 3 milhões de exames de TC passaram a ser realizados 60 milhões de exames atualmente.⁽¹¹⁾ Desde então, estratégias vem sendo elaboradas para a diminuição da exposição dos pacientes a radiação.⁽¹¹⁾ A supressão de uma ou mais fases do exame principalmente a fase de equilíbrio é uma opção viável e efetiva na diminuição da dose de radiação a qual o paciente é exposto.⁽¹⁰⁾

Estudos inovadores demonstraram ser possível diminuir o número de fases de aquisição, concordando com a indicação clínica, sem alterar a eficácia diagnóstica.⁽¹¹⁾ Segundo estudo realizado por Romano et al.⁽¹¹⁾ aplicando se um programa de racionalização de protocolos de exames de TC de abdome notou se uma redução de cerca de 50% da dose média de radiação por exame.⁽¹¹⁾

Procurando não interferir na acurácia diagnostica, a fase que passou a ser suprimida em alguns locais foi a de equilíbrio. Esta fase é adquirida cerca de 2 minutos após a injeção do meio de contraste e representa o período de tempo aproximado que a concentração do meio do contraste presente no plasma se assemelha ou se iguala a do interstício.⁽¹⁰⁾

No estudo realizado por Salvatori et al.⁽¹⁰⁾ "quando a fase de equilíbrio pode ser suprimida nos exames de tomografia computadorizada de abdome? ", foram avaliados 219 pacientes e as principais indicações clínicas para os exames foram: 1) oncológica, englobando estadiamento, reestadiamento e pesquisa de neoplasia primária; 2) abdome agudo, englobando inflamatório, obstrutivo, perfurativo, vascular, além de casos de abdome agudo a esclarecer; 3) pesquisa e controle de coleção intra-abdominal; outras, cujas indicações foram trauma abdominal fechado, pesquisa de corpo estranho, avaliação/controle pós-operatório, entre outros.⁽¹⁰⁾ De todos os casos avaliados, apenas um paciente teve mudança no diagnóstico principal após a segunda análise. Tratava-se de um paciente em de estadiamento de neoplasia de cólon, sem exames anteriores disponíveis, com nódulo indeterminado na adrenal direita, avaliado na fase sem contraste e fase portal. Após a avaliação da

fase de equilíbrio notou-se que o nódulo apresentou *washout* superior a 50%, caracterizando do como adenoma. As demais indicações clínicas não apresentaram nenhuma mudança no diagnóstico principal. ⁽¹⁰⁾

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carvalho ACP. História da tomografia computadorizada. Rev Imagem. 2007; 29(2):61-6.
2. Rogers LF. "My Word, What Is That?": Hounsfield and the triumph of clinical research. Radiology. 2003;180:1501.
3. Oldendorf WH. Isolated flying spot detection of radiodensity discontinuities displaying the internal structural patterns of a complex object. IRE Trans Biomed Electronics BME. 1961;8:68-72.
4. Nóbrega AI. Manual de tomografia computadorizada. São Paulo: Atheneu, Centro Universitário São Camilo; 2005.
5. Musial JE. Técnicas de reconstrução algébricas aplicadas em tomografia computadorizada [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia; 2010.
6. Eapen A, Gibikote S. Role of computed tomography in pediatric abdominal conditions. Indian J Pediatr. 2016;83(7):1-11.
7. Mattoso LF, Perdigão F. Tomografia computadorizada do abdômen: aplicações clínicas e análise crítica do método. São Paulo: Sarvier; 1987.
8. Haaga JR, Lanzieri CE, Sartoris DJ, Zerhouni EA. Tomografia computadorizada e ressonância magnética do corpo humano. 3a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1996.
9. Protocolos TC Abdome X Indicação Clínica (DDI-HSP) [Internet] [citado 2 Out 2016]. Disponível em: http://ddi.unifesp.br/media/uploads/coordenadorias/tomografia_computadorizada/exames/protocolos_tc_x_indicacao_clinica.pdf.
10. Salvadori PS, Costa DMC, Romano RFT, Galvão BVT, Monjardim RF, Bretas EAS, et al. Quando a fase de equilíbrio pode ser suprimida nos exames. Rev Bras Radiol. 2013;46(2):65-70.
11. Romano RFT, Salvadori PS, Torres LR, Bretas EAS, Bekhor D, Caldana RP, et al. Readequação de protocolos de exames de tomografia computadorizada em um hospital universitário: impacto na dose de radiação. Rev Bras Radiol. 2015;48(5):292-7.
12. 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/>

13. Especialização em tomografia computadorizada [Internet] [citado 23 Nov 2016]. Disponível em: <https://eradiologia.files.wordpress.com/2013/07/protocolos-de-tomografia-computadorizada-para-abdome.pdf>
14. Hoffmann EC Estudo de parâmetros físicos envolvidos com a qualidade da imagem em tomografia computadorizada de feixe cônico [dissertação]. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Física; 2010.