

CEZAR AUGUSTO DOS SANTOS JUNIOR

**AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA DO PÂNCREAS:
ASPECTOS PRÁTICOS**

Monografia apresentada ao Programa de Residência Médica em Radiologia e Diagnóstico por Imagem do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial à obtenção do certificado de conclusão da especialização.

Orientador: Libório Mule Júnior, Médico Radiologista e membro Titular do Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem.

VITÓRIA

2009

Santos Jr, Cezar Augusto dos Santos.
AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA DO PÂNCREAS: ASPECTOS PRÁTICOS.
Vitória, 2009.

Orientador: Libório Mule Júnior

Monografia (Programa de Residência Médica de Radiologia e
Diagnóstico por Imagem)
Universidade Federal do Espírito Santo
Conclusão do
Programa de Residência
1-Tomografia do pâncreas

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A meus pais, Cezar e Erotildes, e a meus irmãos, Georgio e Isaque, que fomentaram todas as minhas conquistas.

A Graziela, que sempre me ajuda com muito carinho.

Aos amigos de todas as horas, inclusive nos momentos difíceis.

A Dr. Libório Mule Júnior, meu orientador, e a todos os preceptores que contribuíram para a minha formação.

EPÍGRAFE

“Para o triunfo do mal só é preciso que os bons
homens não façam nada”

Edmund Burke

RESUMO

A tomografia computadorizada possibilitou um avanço significativo na avaliação das doenças abdominais desde a sua introdução, nos anos 70. A avaliação das afecções pancreáticas se beneficiou muito desta técnica, em virtude de suas peculiaridades anatômicas, e seu contínuo avanço, com a disponibilidade de aparelhos multicorte e de técnicas avançadas de pós-processamento, tem contribuído para melhorar o prognóstico dos pacientes. No entanto, é uma modalidade dependente do operador, e a aplicação correta dos protocolos se faz necessária para a obtenção da máxima acurácia. O pâncreas deve ser avaliado através do estudo dinâmico mediante a infusão de meio de contraste iodado, com aquisição dos dados em diferentes fases, em especial nas fases parenquimatosa pancreática e venosa portal, sendo que nos aparelhos helicoidais convencionais não é possível realizar a fase pancreática isoladamente, por isso opta-se por fazer uma fase arterial com um retardo um pouco maior. Existe uma tendência atual de não se utilizar meio de contraste oral e, se necessário, utilizar a água. A aquisição deve ser com colimação fina de no máximo 3 mm nos tomógrafos helicoidais convencionais, e de no máximo 2,5 mm nos tomógrafos multicorte, ao menos na fase parenquimatosa pancreática, visando a melhorar a resolução espacial e a detecção de lesões. O estudo de perfusão pancreática juntamente com índice modificado de severidade tomográfica (que é uma evolução do índice de Balthazar) são ferramentas importantes na avaliação da pancreatite aguda, pois a perfusão pode identificar pacientes que estão em risco de desenvolver complicações graves antes da ocorrência de necrose, e o índice modificado exibe correlação significativa com o prognóstico, em especial a duração da internação hospitalar e o desenvolvimento de insuficiência orgânica. Todas as peculiaridades e avanços citados tornam essencial a participação do médico radiologista na escolha do melhor protocolo e na interpretação dos dados obtidos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
2 DESENVOLVIMENTO.....	8
2.1 HISTÓRICO E FÍSICA ELEMENTAR DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA.....	8
2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO ABDOME.....	10
2.3 ANATOMIA E EMBRIOLOGIA DO PÂNCREAS.....	11
2.4 APLICAÇÕES E PROTOCOLOS.....	13
2.5 PERFUSÃO.....	26
2.6 DOENÇAS.....	28
2.6.1 NEOPLASIAS.....	28
2.6.2 PANCREATITES E DOENÇAS LITIÁICAS.....	32
2.6.2.1 SEVERIDADE DA PANCREATITE AGUDA.....	33
3 CONCLUSÃO.....	39
4 REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo fazer uma revisão de literatura a respeito da avaliação tomográfica do pâncreas, com ênfase nos protocolos de exame e em alguns aspectos práticos elementares da interpretação radiológica. Foram utilizadas informações obtidas em diversas fontes, tais como livros-texto, artigos científicos, e também a experiência de alguns serviços. Buscou-se uma análise dos principais tópicos visando a maximizar a acurácia dos exames, e reduzir as doses de radiação e os custos operacionais, utilizando as tecnologias convencionais disponíveis na maioria dos serviços, porém dando ênfase nos exames tomografia computadorizada multicorte (TCMC) - do inglês *Multislice* ou *Multidetector-row Computed Tomography*, que têm possibilitado uma verdadeira revolução no diagnóstico por imagem. Doravante a tomografia helicoidal com uma fileira de detectores (um corte) será mencionada pela sigla TCUC (tomografia computadorizada de um corte).

1.1 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi elaborado a partir de uma revisão bibliográfica acerca dos protocolos de avaliação pancreática mediante tomografia computadorizada, bem como de outros assuntos de outros assuntos pertinentes. Foram utilizadas informações de várias fontes, conforme detalhado na seção REFERÊNCIAS.

A estrutura e a formatação do texto baseiam-se nas orientações de duas publicações da Universidade Federal do Espírito Santo, a saber:

- Normalização e apresentação de trabalhos científicos e acadêmicos / Universidade Federal do Espírito Santo, Biblioteca Central. Vitória, ES: A Biblioteca, 2006. 74 p.: il.
- Normalização de Referências: NBR 6023:2002 / Universidade Federal do Espírito Santo, Biblioteca Central. Vitória, ES: A Biblioteca, 2006. 63 p.: Il.

Os casos que ilustram este trabalho foram levantados no Hospital Universitário Cassiano Antônio de Moraes (HUCAM), da Universidade Federal do Espírito Santo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 HISTÓRICO E FÍSICA ELEMENTAR DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A tomografia computadorizada (TC) é um tipo especial de procedimento com raios x que envolve a medida indireta do enfraquecimento, ou atenuação, dos raios x em numerosas posições localizadas em torno do paciente investigado. ¹

O primeiro tomógrafo computadorizado foi desenvolvido por Godfrey Newbold Hounsfield e sua equipe, e realizava apenas exames de crânio.

Os princípios básicos do funcionamento permanecem os mesmos até hoje, com um tubo de raios x que gira em torno do paciente, emitindo radiação de forma constante através de um feixe extremamente colimado (de espessura muito reduzida). Esta radiação atravessa o paciente e atinge uma camada de detectores no lado oposto do tubo, que convertem a radiação X em sinais elétricos, os quais são enviados a um computador que os transforma em imagem através de complexos cálculos matemáticos. ²

Abaixo resumimos os marcos no desenvolvimento da tomografia computadorizada:

- 1971: Sir Godfrey Newbold Hounsfield, desenvolve no primeiro aparelho de TC convencional, em Londres. O exame do primeiro paciente durou 15 horas usando este aparelho de TC, com 5 minutos para adquirir cada imagem.

- 1971-1976: Durante este período, quatro gerações de tomógrafos convencionais foram desenvolvidas, o tempo de exame para cada imagem teve uma grande redução para 1-2 s. Estes tomógrafos convencionais faziam girar um único tubo de raios x acoplado e um arranjo de detectores em um *gantry* ao redor do paciente. Seguindo cada revolução (giro completo do conjunto ao redor do paciente), o tubo de raios x e o arranjo de detectores retornavam à sua posição inicial para liberar ou

desatar o seu cabeamento e preparar para a próxima revolução após o movimento da mesa.

- Início dos anos 90: Logo quando a imagem por ressonância magnética (RM) ameaçava substituir a TC em várias de suas aplicações, a introdução da tecnologia espiral ou helicoidal marcou o início do ressurgimento do exame de tomografia computadorizada na prática clínica. O escaneamento helicoidal evitou a necessidade de liberar ou desatar o cabeamento do conjunto tubo/detectores através do uso do *slip-ring*, um sistema de trilhos que gira continuamente em torno do paciente no interior do gantry. Um aumento na resolução temporal, ou seja, a redução no tempo de exame para menos de um segundo e a aquisição de conjunto volumétrico contíguo de dados melhorou os estudos dinâmicos utilizando o meio de contraste, bem como a geração de imagens tridimensionais e de reformatação multiplanar a partir de uma fonte de dados axial.

- Final dos anos 90 até 2005: Durante este período, diferentes fabricantes ofereceram tomógrafos multicorte, com várias opções diferentes de cortes, de 2, 4, 6, 8, 10, 16, 32, 40 e 64 cortes por revolução, devido à adição de múltiplas fileiras ao arranjo de detectores dos tomógrafos helicoidais na direção do escaneamento ou eixo Z. Os tomógrafos multicorte oferecem várias vantagens sobre seus antecessores helicoidais e convencionais. A alta resolução temporal ajuda nos exames vasculares e cardíacos, na melhor utilização da injeção em *bolus* do meio de contraste, assim como no exame de pacientes não cooperativos, dispnéicos e pediátricos (menor necessidade de sedação ou duração da mesma).

- 2005: Com tempo de revolução de 330 a 350 ms, os tomógrafos TCMC aproximam-se dos limites da engenharia do corpo do tomógrafo (do inglês *gantry*) para resistir às forças mecânicas de seus componentes, assim melhoras adicionais no tempo de exame parecem desafiadoras. Para estudos cardíacos ou de angiotomografia coronariana, entretanto, uma maior resolução temporal pode implicar em melhor qualidade dos exames em pacientes com ritmos cardíacos rápidos e irregulares.

2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO ABDOME

O estudo do abdome com tomografia computadorizada se iniciou nos anos 80. Apesar dos avanços, havia grandes limitações inerentes à tecnologia convencional (ou seqüencial), que prolongava muito o tempo de exame, impedia que se examinasse todo o abdome em uma única apnéia inspiratória, impossibilitando a realização do estudo dinâmico dos órgãos abdominais como hoje conhecemos. Além disso, a qualidade das imagens era muito pior, e sempre havia o risco de se perder uma lesão pequena devido a diferentes amplitudes de inspiração. Não se conseguia um volume de dados homogêneo, e isso depreciava sobremaneira a qualidade das reconstruções.

Em concordância com o que foi dito anteriormente por Federle ³, no final dos anos 80 a tomografia computadorizada (TC) abdominal parecia ser uma modalidade madura que já tinha alcançado seu máximo potencial. A imagem por ressonância magnética abdominal estava experimentando um rápido progresso e parecia destinada a substituir a TC como a modalidade de imagem primária para a avaliação da maioria dos processos inflamatórios e neoplásicos abdominais. Algumas companhias de imagem médica mantiveram pesquisas em tomografia e, para a surpresa de muitos, a TC não abandonou seu papel como o mais importante procedimento de imagem para a avaliação da maioria das desordens traumáticas, inflamatórias e neoplásicas do abdome. A tomografia helicoidal, dentro de um curto período após a sua introdução comercial em 1991, estabeleceu-se como o novo padrão, capaz de substituir a TC convencional em quase todas as aplicações. Como anteriormente citado, são numerosas as vantagens da TC helicoidal sobre a convencional e, conforme já citado, a tecnologia multicorte levou a tomografia superar novamente as expectativas, mantendo-se como modalidade de primeira linha na avaliação por imagem do abdome.

2.3 ANATOMIA E EMBRIOLOGIA DO PÂNCREAS

Os primeiros aparelhos de TC permitiram as primeiras oportunidades de visualizar realmente as características anatômicas exatas do pâncreas e da região peripancreática. Com o desenvolvimento de aparelhos espirais, o diagnóstico e o tratamento da doença pancreática deixaram de ser limitados pela falta de detalhes anatômicos, mas ao invés disso pela natureza inerente da doença e as limitações dos regimes terapêuticos.

O pâncreas é um órgão exócrino e endócrino medindo aproximadamente 15 cm de comprimento e pesando 60 a 100 g. Suas relações anatômicas com o estômago, duodeno, cólon e baço são bastante constantes, mas variações individuais podem ocorrer. O pâncreas está localizado no espaço pararrenal anterior do retroperitônio, logo anterior à fáscia perirrenal (de Gerota) e posterior ao peritônio parietal. A porção uncinada do pâncreas (congenitamente o aspecto ventral do pâncreas) está na porção mais inferior de sua cabeça, logo posterior à artéria e veia mesentéricas superiores, sendo normalmente triangular ou em forma de cunha. A cabeça do pâncreas é medial e posterior ao bulbo duodenal, limitada lateralmente pela segunda porção do duodeno e inferiormente pela terceira porção. O colo do pâncreas está anterior à artéria mesentérica superior e varia em espessura dependendo da configuração específica. O corpo e a cauda do pâncreas ficam imediatamente posteriores ao fundo e antro gástricos. A bolsa omental, ou pequeno saco peritoneal, é um espaço potencial entre o estômago e o pâncreas que nunca é visualizado a não ser que esteja preenchido por fluido. A entrada desse espaço, o forame de Winslow, está na margem livre do pequeno omento ou ligamento hepatoduodenal, que contém a veia porta, o ducto biliar comum e a artéria hepática. A cauda do pâncreas está adjacente ao hilo esplênico, logo anterior à glândula adrenal esquerda, ao pólo superior do rim esquerdo, e usualmente afila gradualmente num plano constante, mas pode ocasionalmente ser bulbosa ou angulada no final.

A anatomia vascular do pâncreas e de suas adjacências sempre foi bem demonstrada nos aparelhos espirais, mas o detalhe vascular com os aparelhos de TCMC é simplesmente espetacular, fornecendo uma representação semelhante à

angiografia tradicional. As imagens axiais mostram marcada clareza, de forma que não somente os principais vasos, mas também os mais tênues ramos e vasos nutridores do parênquima podem ser vistos. Calcificações ocorrem comumente na artéria esplênica e nas outras e não devem ser confundidas com calcificações pancreáticas.

O ducto pancreático principal (ducto de Wirsung) atravessa a extensão do pâncreas e se junta ao ducto biliar comum na ampola de Vater. O ducto pancreático acessório (ducto de Santorini) localiza-se na porção superior do pâncreas e é mais horizontal que o ducto de Wirsung. O ducto biliar comum percorre junto com veia porta e a artéria hepática a margem do menor omento ou ligamento hepatoduodenal. O ducto biliar comum aparece como uma estrutura de baixa densidade na porção posterior da cabeça do pâncreas. Este ducto e o ducto pancreático normal são vistos durante a rápida injeção do meio de contraste endovenoso. Embora esses ductos sejam comumente visualizados, sua delineação clara também é variável.

A densidade ou atenuação do pâncreas geralmente é a mesma dos tecidos moles, ou algo entre 30 e 50 unidades Hounsfield (UH), sem a administração do meio de contraste. O pâncreas normal aumenta em densidade após a administração endovenosa do meio de contraste, e quanto mais rápida a infusão (estudo dinâmico), mais denso o realce. Se uma injeção em *bolus* é feita, o realce normal pode ser visualizado durante as fases arterial, parenquimatosa pancreática e venosa portal. Este realce da glândula normal se tornou um importante sinal diferencial para a exclusão de necrose na pancreatite.

A margem do pâncreas pode ser lisa ou um tanto irregular. Na glândula normal, tecido gorduroso normal variável pode estar presente, tanto intercalado ao longo da margem da glândula quanto dentro das porções glandulares. A totalidade do pâncreas pode estar lipossustituída, e o paciente pode não ter qualquer sintoma clínico. Algumas condições patológicas, entretanto, produzem infiltração de gordura quando a atrofia da glândula ocorre, como na fibrose cística.

Embriologicamente, nos estágios precoces do embrião, existe um pâncreas dorsal e um ventral, que estão localizados de lados opostos do intestino. Quando ocorre a

rotação intestinal, o pâncreas dorsal e o ventral se fundem em uma única glândula. A porção dorsal se torna o corpo e a cauda, e a porção ventral se torna a cabeça e o processo uncinado. É previsível que os resultados desses eventos complexos sejam variáveis, e a forma final da glândula tem um amplo espectro de variação, incluindo a proeminência da cabeça na área aproximada de fusão, a agenesia da porção ventral ou dorsal, o pâncreas anular, o pâncreas *divisum*, e o pâncreas situado à esquerda. Além disso, pode-se explicar embriologicamente a ampla variação no sistema ductal. O ducto pancreático no pâncreas dorsal se combina com o componente ventral no ducto principal, ou ducto de Wirsung. Na maioria dos casos o ducto menor, ou ducto de Santorini, se torna atrésico. Se o ducto acessório de Santorini permanece patente, ele termina na papila menor, conforme explicado anteriormente. Os aparelhos multicorte permitem a reconstrução e a demonstração do ducto pancreático normal e da suas variações, até mesmo as sutis, através das técnicas reformatação multiplanar. Embora nenhum estudo tenha sido realizado comparando as técnicas de reconstrução tomográfica e a Colangiopancreatografia Retrógrada Endoscópica (CPRE), é muito provável que os ductogramas da TC ou da ressonância magnética (RM) substituirão as CPRE de rotina no futuro.

2.4 APLICAÇÕES E PROTOCOLOS

Os contínuos progressos da tomografia vêm melhorando a avaliação do pâncreas. A rápida aquisição de dados e a programação precisa do tempo após a infusão do meio de contraste (MC) – *timing* – permitem múltiplas passagens, seqüências ou séries de imagens do abdome durante os exames, o que possibilita a **avaliação dinâmica** dos órgãos abdominais, com fases circulatórias bem definidas. As imagens MPR geradas com as técnicas de multicorte permitem a avaliação precisa das relações peripancreáticas em uma variedade de estados normais e patológicos. Entretanto, a melhora nas capacidades e aplicações da TCMC traz apanágio algumas considerações críticas, sendo uma das mais importantes a maior dose de radiação necessária para manter a qualidade das imagens adquiridas com cortes finos.

A literatura comparativa entre TCUC e TCMC é muito confusa devido à variabilidade dos relatos em termos de fluxos de infusão, doses de contraste EV, programação das fases, e parâmetros técnicos tais como espessura de corte, configuração de detectores e mesmo a direção de varredura.

É importante um jejum de no mínimo 4 horas antes do exame. Recomenda-se a utilização de meio de contraste iodado não iônico, com concentração mínima de 300 mg de iodo por ml, com dose de 2 ml/kg, sendo que na maioria dos trabalhos a dose máxima é 150 ml. Alguns serviços utilizam ainda um *bolus* adicional de solução salina, de volume variável, após a infusão do contraste iodado, pois em certas situações podem ser utilizadas doses menores, havendo a necessidade do volume complementar de salina para manter a taxa de infusão. As velocidades de infusão variam amplamente, conforme será explicado adiante.

Em geral, três fases circulatórias do contraste podem auxiliar no diagnóstico das desordens pancreáticas: a **fase arterial**, quando há um realce brilhante na aorta e nas artérias viscerais antes do enchimento venoso; a **fase parenquimatosa pancreática**, ou simplesmente **pancreática**, quando as máximas diferenças entre o parênquima pancreático com impregnação normal e os tumores hipovasculares ou a necrose são mais bem demonstradas, conforme demonstrado na figura 1, onde um tumor hipovascular da cabeça pancreática que envolve a veia porta é melhor avaliado; e a **fase venosa, portal**, ou **hepática**, quando o parênquima hepático e o sistema venoso portomesentérico estão idealmente contrastados. Para evitar erros, é crítica a avaliação de uma anormalidade melhor demonstrada em uma fase particular também em todas as outras fases. Por exemplo, um segmento de veia hepática ainda não totalmente preenchido pode ser diagnosticado como uma metástase hepática em potencial durante a fase parenquimatosa pancreática em um paciente com adenocarcinoma pancreático, o que deve ser confirmado somente após a avaliação da fase venosa portal. Pode-se ainda realizar, a critério do radiologista, uma **fase tardia** adicional, também conhecida como **fase de equilíbrio**, pois esta muitas vezes se torna útil.

Em 1996, Lu et al.⁴ descreveram pela primeira vez, em tomógrafos *dual slice*, a fase parenquimatosa pancreática de realce pelo contraste EV como o período durante o

qual o parênquima pancreático tem o realce mais marcante. Esta fase ocorre entre 40 a 70 segundos após a infusão de 150 ml de meio de contraste de baixa osmolaridade a uma velocidade de infusão de 3 ml/s. Com a TCUC, o tempo de apnéia necessário para uma varredura do pâncreas com cortes finos usualmente requer a maior parte deste período, ou seja, aproximadamente 30 segundos. Desta forma, não é possível avaliar adequadamente na SDTC o pâncreas com cortes finos na fase pancreática estrita e realizar a fase portal em tempo hábil, bem como a fase arterial que precede a pancreática, como ocorre na TCMC.

É muito provável que o final da fase arterial de muitos exames em TCUC sobreponha-se à fase parenquimatosa pancreática dos exames TCMC. Por isso, a avaliação pancreática com TCUC deve ser realizada com varredura de cortes finos de até 3 mm restrita ao pâncreas no fim da fase arterial (tardia), quando já ocorre um bom realce do pâncreas semelhante à fase pancreática propriamente dita. Isto visa a reduzir o tempo de varredura e permitir que se realize a fase portal. Este procedimento é seguido pela maioria dos serviços, em qualquer tomógrafo.

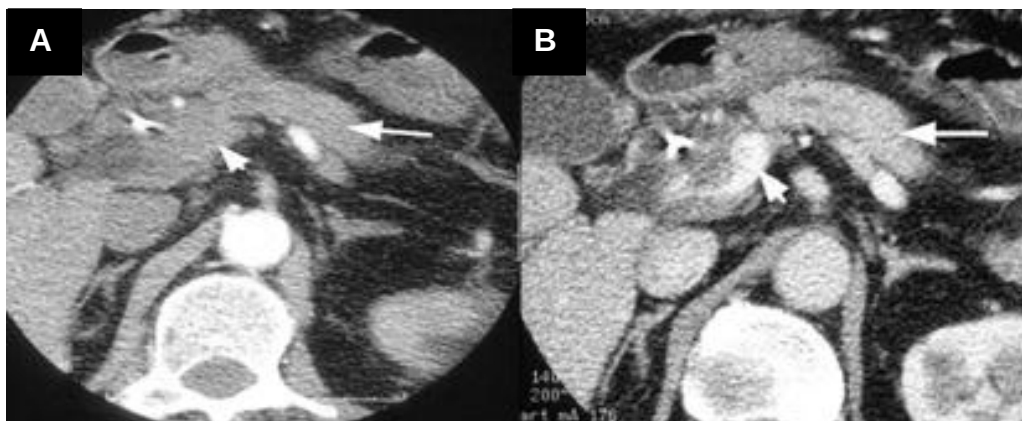


Figura 1 i Tumor hipovascular de cabeça pancreática, onde se observa a diferença entre a fase arterial (A) e a pancreática (B). Avaliação por TCMC. Seta: Parênquima pancreático normal. Cabeça de seta: veia porta envolvida pelo tumor.

A figura 2 mostra uma tomografia do abdome padrão com colimação e 3 mm, com fase pré-contraste, arterial (pancreática), portal e de equilíbrio. Notar que a segunda imagem da fileira inferior, que corresponde ao final da fase arterial, é aquela em que o parênquima pancreático tem o maior realce.

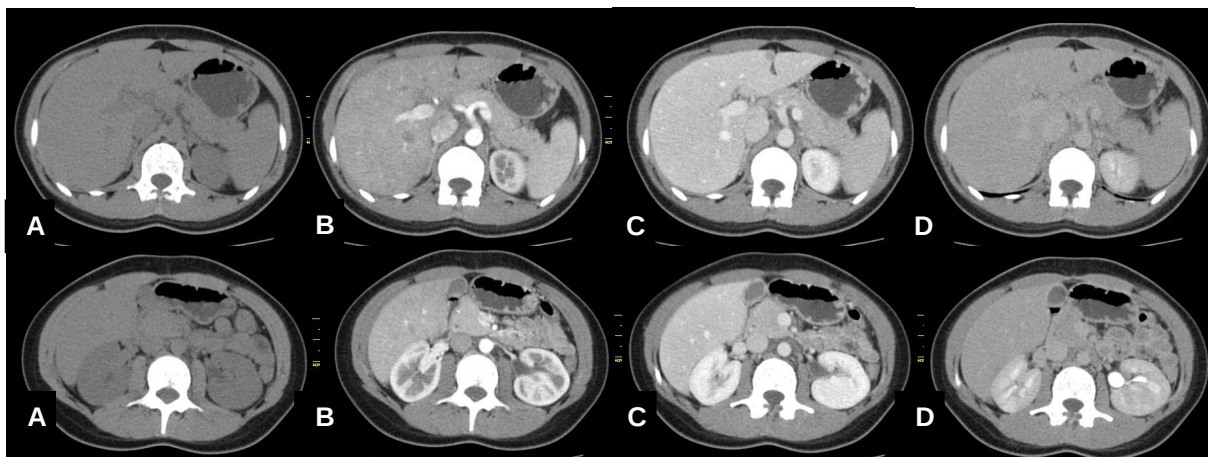


Figura 2 - Tomografia do abdome padrão com colimação e 3 mm, com fase pré-contraste (A), arterial tardia (B), portal (C) e equilíbrio (D).

Para se obter com êxito cada fase circulatória desejada, é necessário fazer a precisa programação (*timing*) de cada uma dessas fases, e isso é feito estabelecendo-se o **retardo** de cada fase, ou seja, o tempo entre o início da infusão do meio de contraste até o início da aquisição das imagens. Pode ser fixo, com o operador escolhendo o retardo de cada fase antes do início da infusão, ou pode estar vinculado à **técnica de técnica de detecção de bolus de contraste** (do inglês *bolus tracking*), que será explicada mais adiante, na qual o retardo varia conforme o nível de realce de um vaso de referência, refletindo assim a função cardiovascular de cada paciente em particular.

Em geral, a velocidade de infusão na qual o meio de contraste endovenoso é administrado determina quando a fase parenquimatosa pancreática ocorre, e a dose administrada determina o tempo de duração do pico de realce pancreático. Especificamente, quanto mais rápida a infusão do contraste, maior o pico de realce pancreático e mais constante a sua manutenção. A equação descrita por Tublin et al.⁵ para determinar quando ocorre o pico de realce pancreático é útil. O retardo inicial para um paciente individual pode ser calculado acrescentando 10 segundos (o tempo de transferência aórtico) à duração da infusão (volume de contraste dividido pela velocidade de infusão) e então subtraindo metade do tempo de varredura do pâncreas. Veja abaixo:

$$\text{Retardo} = 10 \text{ segundos} + \frac{\text{Volume de contraste}}{\text{Velocidade de infusão}} - \frac{\text{Tempo de varredura do pâncreas}}{2}$$

Conforme já explicitado, a programação do retardo de cada fase após o início da infusão do meio de contraste é fundamental para maximizar as diferenças entre o parênquima pancreático normal e as possíveis lesões. Existem variações no tempo de circulação cardiovascular do meio de contraste, e isto influencia o retardo, pois o tempo de transferência aórtica é inversamente proporcional ao débito cardíaco. O operador pode escolher tempos fixos para a aquisição das imagens após o início da infusão em *bolus* do meio de contraste, ou esses tempos podem ser vinculados ao realce *ideal* de um vaso de referência, como a aorta, utilizando para isso a técnica de detecção do bolus de contraste.

A técnica de *detecção do bolus de contraste* para programar o retardo do início da aquisição de dados de cada fase da avaliação pancreática consiste na monitorização contínua da densidade ou atenuação de um vaso de referência (aorta no nível do domo diafragmático para o estudo do pâncreas), mediante o uso de uma região de interesse ou ROI (do inglês *Region of Interest*, elemento gráfico destinado à realização de medidas e outros procedimentos nas imagens) colocado sobre o vaso, durante a infusão em *bolus* do meio de contraste. Dessa forma é possível saber qual é o realce dessa estrutura por unidade de tempo, ou seja, o aumento da atenuação em relação à fase sem contraste. Quando se atinge um determinado nível de realce escolhido pelo operador, inicia-se uma programação de tempo para a aquisição de cada fase, que pode variar amplamente. Assim fixam-se os tempos de cada fase após o realce atingir o nível estabelecido pelo escolhido pelo operador (*gatilho*), em unidades Hounsfield (UH).

Para exemplificar, suponhamos que vamos fazer uma avaliação do pâncreas por tomografia computadorizada em um caso cuja suspeita clínica é tumor. Faremos então a fase sem contraste, a arterial, a pancreática e a portal. Vamos necessitar de um volume total de contraste a ser infundido a uma determinada velocidade. Para adquirir cada fase após a infusão utilizaremos a técnica de *detecção do bolus*, em vez de uma programação fixa desde o início da infusão. Posicionamos o ROI na aorta conforme descrito anteriormente e programamos o *gatilho* em 50 UH (por exemplo), e os tempos de aquisição de cada fase (por exemplo, 5 s para a arterial, 20 s para a pancreática, e 45 s para a portal). Inicia-se a infusão e logo após ou

simultaneamente começa a aquisição contínua de imagens naquele exato ponto onde está o ROI, e observa-se o aumento na atenuação. Quando a densidade atingir o nível previamente programado no *gatilho*, ou 50 UH, inicia-se a contagem do tempo para o início da aquisição das fases arterial, pancreática e portal.

Alguns autores advogam que a utilização da técnica de *detecção do bolus* é mais eficaz, pois está vinculada às variações individuais no tempo de circulação cardiovascular do meio de contraste, fornecendo assim parâmetros mais precisos para a aquisição otimizada das imagens. Kondo et al.⁶ publicaram um estudo com 170 pacientes utilizando TCMC de 8 canais, com 2,5 mm de colimação, infusão de até 150 ml de contraste iodado a 4 ml/s, e concluíram que os retardos ótimos após a *detecção do bolus* com *gatilho* de 50 UH são: 5-10 s para a fase **arterial** peripancreática; 15-20 s para a fase parenquimatosa **pancreática**; e 45-55 s para a fase hepática ou **portal**. Os autores concluem que este protocolo individualizado parece útil para melhorar o realce do pâncreas, dos vasos peripancreáticos e do fígado no estudo de TCMC com múltiplas fases.

Se a opção do operador é utilizar um protocolo com tempos fixos de programação desde o início da infusão do meio de contraste, podemos ainda proceder como sugerem Kondo et al.⁶, no mesmo artigo, para os casos de retardo fixo. Deve-se então somar o tempo médio de transferência aórtica (15 s) e o tempo do pico de realce obtidos no estudo, resultando em retardos de 20-25 s para a fase **arterial**, 30-35 s para a **pancreática**, e 60-70 para a fase **portal**.

Outro exemplo muito útil de protocolo com retardo fixo é o utilizado por Fletcher et al.⁷, em um estudo publicado em 2003 com TCMC objetivando estabelecer o valor das fases arterial, pancreática e hepática na avaliação das doenças malignas pancreáticas. Em tal protocolo o momento de início de cada fase após o início da infusão do meio de contraste (retardo) variou com base na velocidade máxima de infusão, que dependendo do calibre do acesso venoso utilizado, com é exemplificado na Tabela 1:

Tabela 1 - Retardo das fases vasculares na TCMC

Velocidade de infusão (ml/s)	Início da fase arterial	Início da fase pancreática	Início da fase portal
3	30	50	70
4	25	45	65
5	20	40	60

Fonte: Fletcher et al. ⁷

É imprescindível a utilização de bomba injetora de alto desempenho. A velocidade da infusão depende do calibre do cateter subcutâneo, bem como da viabilidade e patência da punção, a qual deve ser testada com infusão manual de salina antes do exame propriamente dito. A infusão do meio de contraste deve ser sempre acompanhada por um membro da equipe no início, para detectar qualquer acidente ou reação adversa precoce. Todas as precauções com relação ao uso de meios de contraste devem ser obedecidas.

Na maior parte das situações durante a avaliação do pâncreas se utiliza de rotina o meio de contraste oral. Podem-se usar os meios de contraste **positivos**, tais como iodo e bário, e os meios de contraste **negativos**, como a água ou mesmo o leite. Entretanto, existe uma tendência atual de não se utilizar meios de contraste oral, e se necessário usar apenas água, sobretudo nos exames TCMC.

Para os contrastes positivos, o volume a ser ingerido varia de 750 a 1000 ml, alguns autores recomendando até 1200 ml, podendo-se iniciar a ingestão cerca de 1 hora antes do exame, ou até 4 a 6 horas antes, quando se deseja uma melhor contrastação do intestino grosso. Entretanto, esta só é obtida com máxima eficácia se for usado contraste positivo via retal, o que muito raramente é necessário na avaliação do pâncreas. É fundamental que o paciente beba 1 a 2 copos de contraste (200 a 300 ml) de contraste imediatamente antes do exame, no momento que se deitar na mesa, para que o estômago, o duodeno e o jejuno proximal estejam adequadamente distendidos. Geralmente as suspensões de bário têm diluição 2%, e as soluções de contraste iodado são diluídas a 3% em água.

Os agentes de contraste oral positivos podem obscurecer a parede intestinal e provocar artefatos de endurecimento do feixe de raios x (listras hiperdensas radiais de permeio às imagens com o contraste oral, degradando-as), além de atrapalhar a identificação de calcificações pancreáticas e peripancreáticas, bem como eventuais cálculos nos ductos biliares, pancreáticos e na papila duodenal. Além disso, os artefatos gerados pelos contrastes orais positivos impossibilitam o estudo de angiotomografia, que é muito importante para a avaliação de diversas condições patológicas. Estes motivos e a necessidade de padronizar e simplificar os protocolos, dirimindo as dúvidas que muitas vezes pairam sobre o método de uso do contraste oral na avaliação tomográfica do pâncreas, tornando assim crescente o uso da água pura como o único agente de contraste com esse propósito na grande maioria das situações clínicas, principalmente na avaliação de massas pancreáticas. Em comparação com meios de contraste oral positivos, a água não provoca os inconvenientes supracitados e, além disso, é prontamente disponível, sem custos e praticamente inócua. Winter et al.⁸ relataram que o uso da água como um agente de contraste oral para a tomografia helicoidal do abdome superior foi seguro, simples, bem tolerado e eficaz. Devido à ausência de artefatos, é necessária a água como meio contraste oral caso se deseje também a realização de uma angiotomografia. Foram descritas desvantagens no uso da água, como a inadequada avaliação do intestino delgado distal, e a necessidade do uso de relaxantes de músculo liso (o Glucagon, por exemplo) para aumentar o tempo de passagem da água pelo trato gastrointestinal superior, aumentando a distensão do duodeno e melhorando a discriminação da cabeça pancreática, porém essas questões têm se mostrado irrelevantes na prática diária da avaliação pancreática. O uso do contraste positivo pode ser reservado para a melhor delineação de abscessos, coleções fluidas peripancreáticas e pseudocistos, ou seja, para as complicações da pancreatite. A água pode ser administrada em volume e antecedência semelhantes ao que é utilizado com os contrastes positivos.

Em linhas gerais, o pâncreas deve ser examinado com colimação máxima de 3 mm na fase arterial da TCUC e 2,5 mm na fase pancreática da TCMC, sendo aceito por alguns autores que se utilize 5 mm de colimação na fase portal. A aquisição com colimação mais fina aumenta a resolução espacial, a conspicuidade de lesões parenquimatosas inflamatórias ou neoplásicas, bem como a detecção de pequenos

cálculos ou calcificações. Os aparelhos mais modernos, sobretudo os de 64 canais, tornam possível a varredura com colimações de até 0,5 mm não só do pâncreas, como também de todo o abdome, em todas as fases, pois a aquisição é muito veloz e de altíssima qualidade. Sendo assim, alguns serviços onde se dispõe de tal tecnologia preferem, como forma de padronizar a avaliação, fazer a varredura de todo o abdome superior com colimação de 0,5 a 0,625 mm. É sempre importante ter em mente as doses de radiação, as quais são calculadas em dose equivalente ou mSv (miliSievert), mas também em dose absorvida ou mGy, pelos aparelhos antes de cada aquisição, e observar se a somatória de todas as fases não ultrapassará os limites aceitáveis para cada tipo de paciente, principalmente mulheres e crianças, sempre considerando a relação risco/benefício. A figura 3 mostra a diferença que, mesmo pequena, existe entre a colimação de 3 mm (primeira imagem da primeira coluna, fase sem contraste oral ou venoso - A), e a de 5 mm (demais imagens, fase pré-contraste venoso sem - B - e com contraste oral - C, e fase arterial com contraste oral positivo - D), em uma coleção pós-traumática na cabeça pancreática.

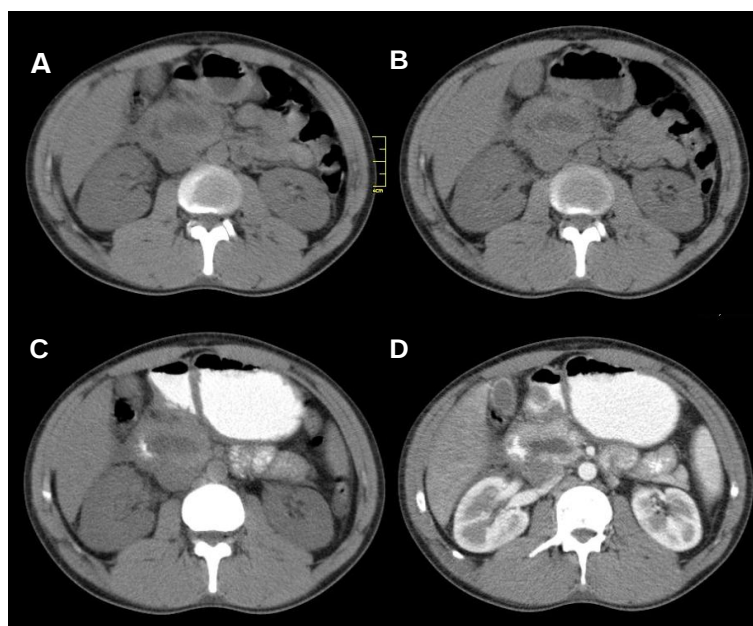


Figura 3 - Diferença entre a colimação de 3 e 5 mm em coleção pós-traumática. A com colimação de 3 mm e B com colimação de 5 mm, ambas sem contraste oral. C: colimação de 5 mm com contraste oral positivo. D: fase arterial com colimação de 5 mm e com contraste oral positivo.

Uma questão que gera algumas divergências é a abrangência da varredura na TCMC para a avaliação do pâncreas, ou quanto do abdome deve ser avaliado em

cada fase. Tem sido recomendado, principalmente para os aparelhos multicorte de 4, 8 ou até 16 canais, que se examine apenas o pâncreas nas fases arterial e pancreática com varreduras do tronco celíaco até a 3ª porção do duodeno, e que se examine todo o abdome superior na fase portal, que inclui desde a cúpula diafragmática até as cristas ilíacas ou logo abaixo dos pólos renais inferiores. Essa abordagem, além de reduzir a dose de raios x e os custos do exame, reduz o tempo de escaneamento e permite que se realizem as duas primeiras fases nos aparelhos TCUC. O uso dessas diferentes abrangências da varredura é também se justifica porque nas fases **arterial** (TCUC) e **pancreática** (TCMC) o objetivo é avaliar o pâncreas e sua vascularização. Já na fase **portal** a intenção é complementar esta avaliação, através da comparação dos padrões de realce para estas estruturas, bem com avaliar a repercussão do processo patológico pancreático sobre o fígado e as demais estruturas do abdome superior.

Existem ainda, como em qualquer outro exame tomográfico, muitos parâmetros técnicos do aparelho de tomografia para a avaliação do pâncreas, como corrente e voltagem do tubo de raios x (mAs e kV), tempo de revolução, velocidade da mesa, *Pitch*, e vários outros, que variam amplamente em virtude principalmente da marca do aparelho e do serviço onde o mesmo é utilizado. A Tabela 2 faz um resumo desses parâmetros para aparelhos TCMC de 4 a 64 canais, o que abrange a grande maioria dos aparelhos desta modalidade encontrados nos diversos serviços do Brasil.

Nunca é demais lembrar que a partir de 16 canais a principal vantagem passa a ser o aumento da resolução temporal, ou o tempo necessário para a realização do exame, o que para exames de corpo, inclusive do pâncreas, não representa uma diferença muito grande de desempenho e de qualidade das imagens, salvo nos estudos de perfusão.

Tabela 2 – Parâmetros técnicos dos aparelhos de tomografia multicorte

Parâmetros	Tomógrafos de 4-8 canais	Tomógrafos de 10-16 canais	Tomógrafos de 32-64 canais
Escaneamento			
Voltagem do tubo (kV)	120	120	120
Tempo de revolução (s)	0,5	0,5	0,5
Produto corrente do tubo x tempo (mAs)	130-340*	130-340*	130-340*
Produto corrente do tubo x tempo (mAs) corrigido pelo <i>Pitch</i> (mAs efetivo)	165-240	165-240	165-240
Colimação	Arterial: 1-1,25 Venosa: 2,5	Arterial: 0,625-0,75 Venosa: 1,25-1,5	Arterial: 0,6-0,625 Venosa: 1,2-1,25
<i>Pitch</i> normal	0,8-1,4	0,8-1,4	0,8-1,4
Intervalo de reconstrução (mm)	60-100% da espessura de corte	60-100% da espessura de corte	60-100% da espessura de corte
Espessura de corte reconstruída (mm)	Arterial: 3 Venosa: 5 MPR: 1,25	Arterial: 3 Venosa: 5 MPR: 1	Arterial: 3 Venosa: 5 MPR: 0,75
<i>Convolution kernel</i>	<i>Soft/Standard</i>	<i>Soft/Standard</i>	<i>Soft/Standard</i>
Amplitude do escaneamento	Arterial: apenas o pâncreas Venosa: todo o abdome	Arterial: apenas o pâncreas Venosa: todo o abdome	Arterial: apenas o pâncreas Venosa: todo o abdome
Direção do escaneamento	Crânio-caudal	Crânio-caudal	Crânio-caudal

*Necessário ajuste ao peso do paciente.

Fonte: Protocols for Multislice CT. ⁹

Nota: Dados adaptados pelo autor.

Com base no que já foi explicitado, podemos utilizar o seguinte protocolo geral na avaliação das doenças pancreáticas:

TCMC

1. Jejum de no mínimo 4 horas.
2. Apnéia inspiratória.
3. Abrangência da varredura de cada fase:
 - a. Arterial: opcional, abrangência geralmente restrita à loja pancreática.
 - b. Pancreática: todo o abdome superior, ou somente o pâncreas.
 - c. Pré-contraste, portal e equilíbrio (opcional): abdome superior, ou abdome total nas fases portal e tardia.
4. Colimação:
 - a. De 4 a 8 canais:
 - i. Colimação: 1,0 a 1,25 mm na arterial e pancreática; e 2,5 mm na portal e tardia.

- b. De 10 a 16 canais:
 - i. Colimação: 0,625 a 0,75 mm na arterial e na pancreática; e 1,25 a 1,5 mm na portal e na tardia.
- c. De 32 a 64 canais:
 - i. Colimação: 0,6 a 0,625 mm na arterial e na pancreática; e 1,2 a 1,25 mm na portal e na tardia.
- 5. *Pitch*: 0,8 a 1,4.
- 6. Contraste oral: De 750-1000 ml de água ingeridos 30 minutos antes do início do exame, e 200-300 ml de água imediatamente antes do início do exame. Admite-se usar contraste positivo (bário ou iodo) apenas na avaliação das complicações da pancreatite aguda, se não houver necessidade de angiotomografia.
- 7. Contraste venoso:
 - a. Meio de contraste iodado não iônico a no mínimo 300 mg/ml, 2 ml/Kg (até 150 ml).
 - b. Velocidade de infusão e programação do estudo dinâmico: Os retardo para as fases arterial (opcional), pancreática e portal devem variar de acordo com a velocidade de infusão, conforme a Tabela 3:

Tabela 3 - Retardo das fases vasculares na TCMC

Velocidade de infusão (ml/s)	Início da fase arterial	Início da fase pancreática	Início da fase portal
3	30	50	70
4	25	45	65
5	20	40	60

Fonte: Fletcher et al. ⁷

- c. Fase equilíbrio (opcional): Aproximadamente 5 minutos retardo.

TCUC

- 1. Jejum de 3 a 4 horas.
- 2. Apnéia inspiratória.
- 3. Abrangência da varredura:
 - a. Arterial: todo o abdome superior, ou somente o pâncreas.

- b. Pré-contraste, portal e equilíbrio (opcional): abdome total.
- 4. Colimação:
 - a. Arterial: 2,5 a 3 mm.
 - b. Portal e equilíbrio (opcional): 5 mm.
- 5. *Pitch*:
 - a. Arterial: 1,0 a 1,5.
 - b. Portal e equilíbrio: 1,5 a 2,0.
- 6. Contraste oral: 750-1000 ml de água ingeridos 30 minutos antes do início do exame, e 200-300 ml de água imediatamente antes do início do exame. Admite-se usar contraste positivo (bário ou iodo) apenas na avaliação das complicações da pancreatite aguda, se não houver necessidade de angiotomografia.
- 7. Contraste venoso:
 - a. Meio de contraste iodado não iônico a 300 mg/ml, 2 ml/Kg (até 150 ml).
 - b. Velocidade de infusão e programação do estudo dinâmico: Os retardo para as fases arterial e portal devem variar de acordo com a velocidade de infusão, conforme a Tabela 4:

Tabela 4 – Retardo das fases vasculares na TCUC.

Velocidade de infusão (ml/s)	Início da fase arterial	Início da fase portal
3	30	70
4	25	65
5	20	60

Fonte: Fletcher et al.⁷

- c. Fase equilíbrio (opcional): Aproximadamente 5 minutos de retardo.

O grande volume de dados gerado durante a TCMC do pâncreas, frequentemente maior que 500 imagens por paciente, torna mandatório o uso da estação de trabalho (*workstation*). Além disso, é possível trabalhar os dados brutos adquiridos (*Raw Data*) de diversas formas, variando a espessura da fatia reconstruída, com ou sem intervalo entre cortes subsequentes, fazer reconstruções multiplanares (MPR) para melhor avaliação de uma estrutura ou lesão de interesse, por exemplo, no estudo do

ducto de Wirsung como um todo na MPR curva, ou no uso de um plano oblíquo não habitual para demonstrar as relações de uma lesão com os órgãos adjacentes. Também na estação de trabalho podem ser utilizadas diversas outras técnicas de reconstrução tridimensional.

2.5 PERFUSÃO

Estudos angiográficos recentes sugerem que alterações perfusionais locorregionais desempenham um importante papel na fisiopatologia do pâncreas, especialmente na pancreatite aguda. Em estudo publicado em 2003, Inoue et al.¹⁰ vincularam a ação da endotelina 1, produzida no pâncreas e ao seu redor no contexto da pancreatite aguda grave, à isquemia pancreática e intestinal, podendo levar à necrose destas estruturas. Esse autor publicou um estudo no mesmo ano¹¹, com outros colaboradores, confirmando estes dados e mostrando que as alterações perfusionais esplâncnicas difusas estiveram presentes antes do desenvolvimento da necrose, e houve uma correlação estatisticamente significativa entre as alterações isquêmicas graves e o escore clínico de Ranson.

Uma outra técnica que tem mostrado valor na avaliação fisiopatológica do pâncreas é a imagem de perfusão mediante ao uso da tomografia dinâmica. Esta técnica tem possibilitado a medida da perfusão tecidual de órgãos como o cérebro, o rim, o coração, o fígado e o baço. Miles et al.¹² descreveram em 1995 a primeira aplicação desta técnica em 8 pâncreas normais, na qual os valores de perfusão variaram de 125 a 166 ml/100 ml/min. Tsushima et al.¹³ mediram a perfusão pancreática com tomografia dinâmica em 23 pacientes sem doença pancreática, em correlação com dados demográficos, e seus achados variaram de 55,4 a 196,8 ml/100 ml/min, evidenciando que a perfusão pancreática tende a declinar com a idade.

Bize et al.¹⁴ realizaram um estudo de perfusão com TCMC dinâmica, visando a desenvolver um protocolo de TCMC com imagem de perfusão do pâncreas, e determinar se existe correlação entre as medidas de perfusão por esta técnica e o prognóstico dos pacientes com pancreatite aguda. Foi utilizado um aparelho de 16

canais, com o seguinte protocolo: a primeira aquisição (120kV, 200 mAs) foi obtida sem a injeção EV do meio de contraste. Esta série serviu para a localização do pâncreas e o posicionamento dos 4 cortes contíguos da aquisição dinâmica no nível correto. A aquisição das imagens dinâmicas (90 kV, 100 mAs) iniciou-se simultaneamente à infusão em *bolus* de 40 ml de contraste iodado a 5 ml/s, e utilizando-se 4 cortes contíguos de 6 mm de colimação, com um corte por segundo, para cobrir o máximo possível do parênquima pancreático. Esta série forneceu um total de 160 imagens. Realizou-se ainda uma última aquisição para a avaliação da fase venosa ou portal, 60 segundos após a injeção EV de uma dose complementar de 100 ml do meio de contraste a 3,5 ml/s. A qualidade da aquisição foi estimada a partir de curvas de atenuação obtidas em diferentes regiões de interesse ou ROIs, posicionadas em 3 locais distintos (cabeça, corpo e cauda). Calculou-se então a perfusão em ml/100ml/min (correspondendo ao volume de sangue que perfunde 100 ml de parênquima pancreático em 1 minuto) dentre outros parâmetros, com o realce tecidual pancreático médio dividido pelo realce da aorta.

Eis os resultados estatisticamente significativos: a **pancreatite aguda grave** teve perfusão média de 24,8 ml/100ml/min, média do pico de realce de 24,9 UH, e volume sanguíneo médio de 10,4 ml/100 ml; a **pancreatite aguda leve** com perfusão média 50,5 ml/100ml/min, média do pico de realce de 41 UH, e volume sanguíneo médio de 23,7 ml/100 ml. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com e sem pancreatite. Na comparação entre 02 dos grupos estudados, classificados em **pancreatite aguda grave e leve** segundo os critérios de Balthazar, houve uma diferença estatisticamente significativa, confirmando as observações de Inoue et al., sendo que quanto maior a severidade do acometimento, menores os valores de perfusão.

O estudo de Bize et al.¹⁴ mostra que a medida da perfusão pancreática pode ser realizada no contexto clínico mediante a utilização da TCMC dinâmica, e a sua correlação com a gravidade da doença pode ajudar a identificar pacientes que estão em risco de desenvolver complicações graves antes da ocorrência de necrose ou outras alterações morfológicas evidentes. Estes pacientes poderiam ser beneficiados por um tratamento médico mais agressivo desde o início. São necessários, no entanto, mais estudos visando a estabelecer um ponto de corte para

o valor de perfusão abaixo do qual o paciente poderia evoluir desfavoravelmente. Além disso, têm que ser superadas algumas falhas técnicas que são fontes de erros nas medidas, como posicionamento inadequado do ROI devido, sobretudo, a movimentos respiratórios durante a aquisição do exame, obstáculo que será provavelmente superado por aparelhos mais modernos.

No futuro, as informações de perfusão com TC podem ser valiosas para a detecção de adenocarcinomas pancreáticos que são isodensos ao parênquima pancreático ou para prever quais tumores têm probabilidade de responder a vários esquemas de tratamento (principalmente à quimioterapia).¹⁵

2.6 DOENÇAS

Após a discussão sobre as aplicações técnicas mais relevantes na avaliação tomográfica do pâncreas e da sumarização dos protocolos para as principais doenças pancreáticas, será feita uma breve discussão sobre os aspectos práticos elementares da interpretação das imagens, fundamentados nos princípios técnicos outrora explicados.

2.6.1 NEOPLASIAS

Com respeito à avaliação de uma lesão neoplásica pancreática conhecida ou suspeita, os objetivos da TC são confirmar o diagnóstico mediante sua detecção e localização, e avaliar a extensão da doença antecipando uma potencial ressecção. No caso do adenocarcinoma pancreático, são importantes a exclusão de metástases peritoneais e hepáticas, a avaliação da extensão local do tumor nos tecidos peripancreáticos, linfonodos e estruturas arteriais (artéria mesentérica superior, tronco celíaco, artéria hepática) e venosas (veia mesentérica superior, confluência portal, veia porta) críticas, visando a prever a ressecabilidade da lesão. Com a angiotomografia (fase arterial verdadeira), o objetivo do mapeamento vascular pré-operatório em pacientes que são potenciais candidatos à cirurgia de Whipple é definir claramente o mapa angiográfico com uma acurácia equivalente à angiografia

clássica, e demonstrar as relações da massa com vasos potencialmente invadidos, tentando diferenciar entre compressão e invasão dos vasos ao longo do seu curso. Apenas com imagens axiais, o estreitamento ou a constrição dos vasos podem ser difíceis de julgar. Além da angiotomografia, técnicas otimizadas para a detecção de massas agora incluem a varredura pancreática com cortes finos na fase parenquimatosa, seguida por uma varredura completa no abdome superior e na pelve na fase venosa portal. Geralmente é realizado um estudo pré-contraste do pâncreas com cortes mais espessos para localizar a área a ser avaliada após a infusão do meio de contraste, embora alguns defendam que essa fase pré-contraste pode ser dispensada em algumas situações visando a reduzir a dose de radiação usada. No caso de tumores neuroendócrinos funcionais, a fase arterial ajuda a identificar lesões hipervascularizadas (figura 4), que podem ser múltiplas ou estar em localização peripancreática. Conforme explanação anterior, o contraste EV deve ser infundido a uma velocidade de 3 ml/s (idealmente 5 ml/s sempre que possível, com a maioria dos centros utilizando até 150 ml de meio de contraste não iônico (no mínimo 300 mg de iodo por ml). A água é o contraste oral de escolha na avaliação de massas pancreáticas.

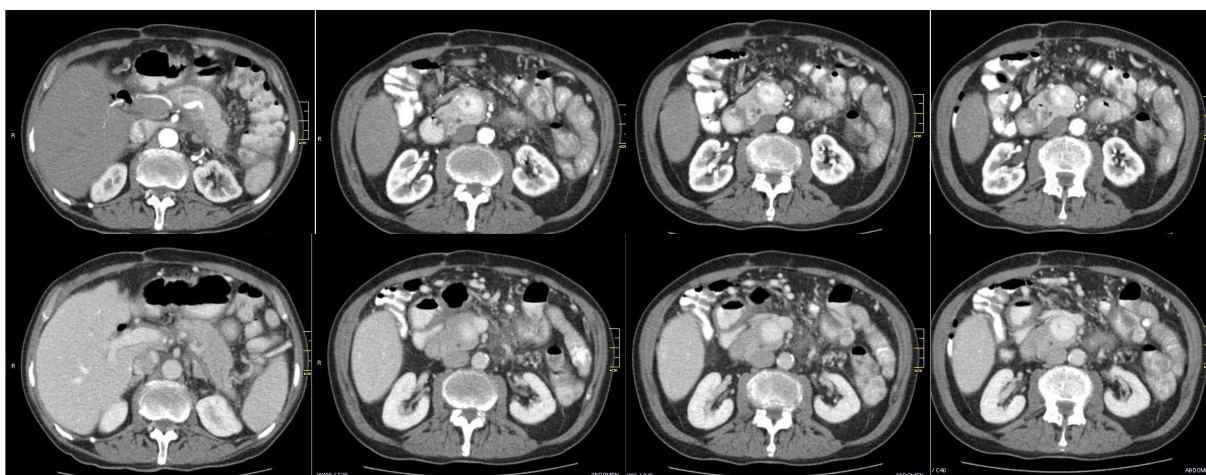


Figura 4 ï Paciente de 75 anos com massa hipervascularizada na cabeça pancreática. Fileira superior: fase arterial. Fileira inferior: fase portal.

No estudo de Fletcher et al.⁷ com TCMC, publicado em 2003 e objetivando estabelecer o valor das fases arterial, pancreática e hepática na avaliação das doenças malignas pancreáticas, em que o momento de início de cada fase após o início da infusão do meio de contraste (retardo) variou com base na velocidade máxima de infusão, foi defendido que a aquisição de rotina de imagens na fase

arterial é desnecessária para a detecção do adenocarcinoma pancreático, uma vez que a sensibilidade da fase pancreática é muito maior (61 X 94%), e a aquisição de imagens na fase portal com cortes finos (2,5 mm) da TCMC demonstra com acurácia a invasão vascular, pois neste momento existe melhor contrastação dos vasos peripancreáticos com menos artefatos, e a detecção do tumor ainda é muito boa, com sensibilidade próxima a da fase pancreática (91%). No entanto, ainda é um consenso geral, com base nos estudos científicos disponíveis até o momento, que a angiotomografia clássica da fase arterial pode ser usada não somente para a detecção e caracterização dos tumores e para o estadiamento local e distante, mas também se constitui numa ferramenta fundamental para o planejamento cirúrgico, tornando a questão muito controversa.

Na avaliação das massas pancreáticas, o radiologista deve buscar inícios de benignidade ou malignidade, e sempre procurar o melhor estadiamento das lesões. O sistema TNM de estadiamento para o adenocarcinoma pancreático não é frequentemente incluído no relatório radiológico, mas é importante na decisão da melhor terapia.

Para acompanhamento de massas pancreáticas após a ressecção cirúrgica, a varredura abdominal rotineira é geralmente apropriada. Tipicamente, os grampos cirúrgicos geram artefatos problemáticos no leito cirúrgico, limitando a qualidade das imagens pós-processadas. Quando o paciente recebeu a radiação e/ou quimioterapia após o diagnóstico inicial de uma massa pancreática e a resposta pós-tratamento deve ser avaliada antes da consideração da ressecção cirúrgica, deve ser utilizado o mesmo protocolo empreendido para a avaliação inicial da massa.

Os valores preditivos positivos da TC helicoidal para a irresssecabilidade do adenocarcinoma pancreático abrangem de 89 a 100%, com acurácia de 85 a 95%. Entretanto, os valores preditivos positivos para a ressecabilidade são muito baixos, de 45 a 79%. Em relação à TC helicoidal, a angiotomografia mostrou fornecer informação adicional, assim melhorando o estadiamento para ressecabilidade dos tumores pancreáticos.¹⁶ Em um estudo retrospectivo, o valor preditivo de ressecabilidade vascular foi 96% para TC helicoidal com angiografia e somente 70 para TC helicoidal apenas (P 0,21).¹⁷

Foi relatado que a tomografia multicorte de 4 canais tem um excelente valor preditivo negativo (100%) para invasão vascular e um bom valor preditivo negativo para a ressecabilidade tumoral em geral (87%) em pacientes com adenocarcinoma pancreático.¹⁸

Pesquisas mais recentes sugerem que não há diferença na acurácia diagnóstica para o estadiamento pré-operatório do adenocarcinoma pancreático entre as diferentes gerações de tomógrafos multicorte.¹⁹ A figura 5 mostra o caso de uma paciente de 85 anos com uma massa de aspecto infiltrativo e realce heterogêneo na cabeça pancreática, que apresenta sinais de invasão vascular venosa com provável trombose portal associada.

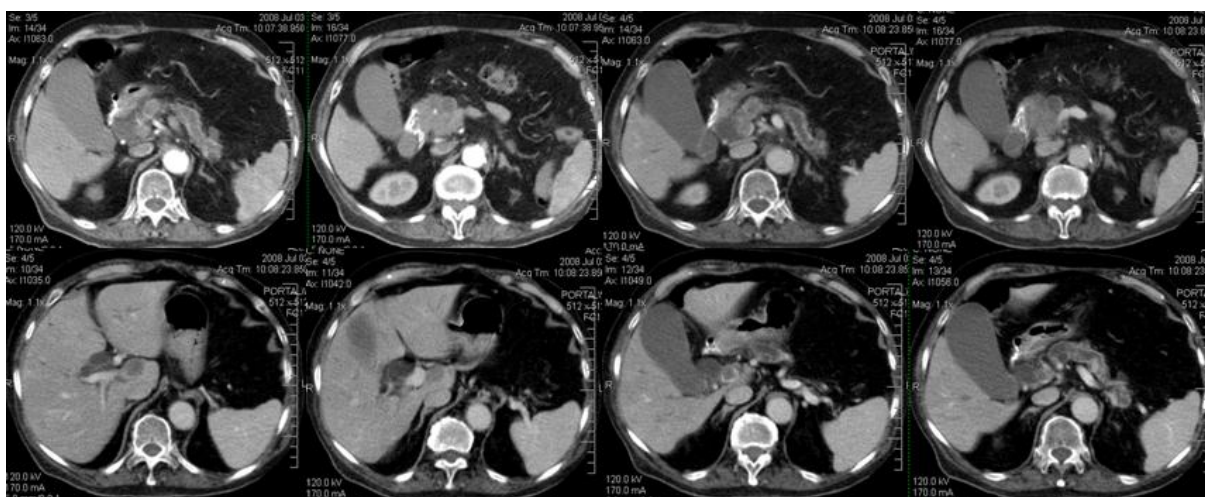


Figura 5 - Massa de aspecto infiltrativa na cabeça pancreática. Fileira superior: fase arterial. Fileira inferior: fase portal.

Comparando a TC com a RM na avaliação do carcinoma pancreático, embora a tomografia seja a técnica de imagem estabelecida para a sua avaliação, a resolução de contraste superior da RM pode detectar e caracterizar melhor as lesões pancreáticas que não deformam seu contorno, pequenas metástases hepáticas, e doença peritoneal.²⁰

2.6.2 PANCREATITES E DOENÇAS LITIÁICAS

Quando a pancreatite é uma preocupação clínica, as metas do exame por TC consistem em confirmar um diagnóstico clínico suspeito, porém incerto e, mais importante, avaliar as complicações da pancreatite aguda, como a necrose pancreática, hemorragia, infecção, desenvolvimento de coleções de líquido pancreático ou desenvolvimento de complicações vasculares, como a trombose venosa ou formação de pseudoaneurisma. É importante executar também um protocolo que possa demonstrar com clareza as calcificações, tanto as oriundas de cálculos biliares, impactados ou não, no contexto da pancreatite aguda, quanto as calcificações parenquimatosas da pancreatite crônica.

A figura 6 mostra um caso de pancreatite crônica agudizada e vários pseudocistos.

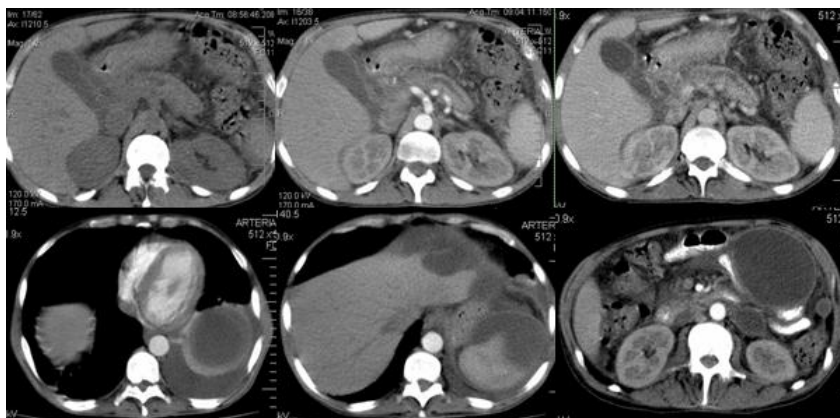


Figura 6 - Pancreatite crônica agudizada e pseudocistos.

Para acompanhamento da pancreatite aguda, a varredura abdominal rotineira em geral é apropriada. Quando a creatinina do paciente se elevou, a TC sem contraste pode ser usada para o acompanhamento do tamanho das coleções líquidas peripancreáticas ou da resposta daquelas coleções de líquido à drenagem percutânea, cirúrgica ou endoscópica.

Na teoria, a RM é mais adequada para detectar a fibrose da pancreatite crônica que a TC. Na presença de fibrose, a RM mostrará uma intensidade de sinal diminuída da glândula nas imagens ponderadas em T1 com supressão de gordura e um realce heterogêneo diminuído nas imagens pós-contraste imediatas. Como a fibrose pode preceder o desenvolvimento da calcificação, a RM pode ser capaz de detectar o

início da fibrose em pacientes crônicos mais precocemente que a TC. No entanto, a TC é muito mais sensível que a RM na detecção de calcificações.

Nos casos em que o diagnóstico diferencial fica entre o câncer pancreático e a pancreatite crônica focal, a RM pode ser capaz de mostrar o sinal hipointenso difuso de todo o pâncreas, incluindo a alteração focal, nas seqüências ponderadas em T1 com supressão de gordura e nas seqüências pós-contraste imediatas, conferindo suporte para um diagnóstico de pancreatite crônica.²¹

As alterações ductais, melhor demonstradas pela colangiopancreato-RM, também auxiliam na diferenciação entre pancreatite focal e câncer pancreático. As características de dilatação ductal podem sugerir uma dessas causas. Karasawa et al.²² encontraram que a razão ducto/glândula foi maior no carcinoma quando comparada à pancreatite crônica. Pacientes com carcinoma pancreático frequentemente desenvolvem pancreatite crônica relacionada à obstrução ductal pela massa pancreática.

2.6.2.1 SEVERIDADE DA PANCREATITE AGUDA

A introdução do índice tomográfico de severidade (ou de gravidade) em 1994 por Balthazar et al.^{23, 24} foi um avanço significativo na avaliação dos pacientes com pancreatite aguda. Este índice de severidade aceito internacionalmente é baseado na pontuação ou escore da presença e do grau de inflamação, conforme relato anterior do mesmo autor de 1985, classificando a gravidade em A, B, C, D e E (Tabela 5), levando também em consideração a presença e a extensão da necrose pancreática, e permite não somente uma adequada diferenciação entre pancreatite leve e grave, mas também se correlaciona numericamente com o prognóstico do paciente. A necrose pancreática pode ser definida como falta de realce ou como baixos valores de atenuação (menores que 50 UH). A figura 7 mostra um caso de pancreatite aguda leve em um paciente etilista.

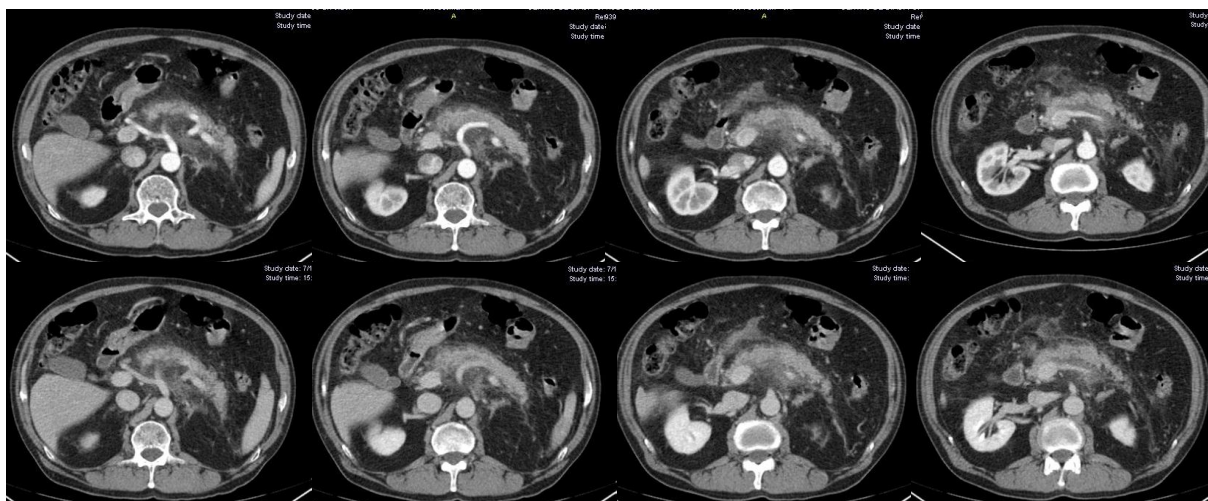


Figura 7 - Pancreatite aguda leve em um paciente etilista (Balthazar C). Fileira superior: fase arterial. Fileira inferior: fase portal.

Mediante o índice de Balthazar, a severidade da pancreatite aguda pode ser assim categorizada:

- Leve (0-3 pontos): 3% de mortalidade e 8% morbidade;
- Moderada (4-6 pontos): 6% de mortalidade e 35% de morbidade;
- Grave (7-10 pontos): 17% de mortalidade e 92% de morbidade.

Tabela 5 - Índice de severidade tomográfica

Indicador Prognóstico	Pontos
Inflamação pancreática	
▪ Pâncreas normal (A).	0
▪ Aumento focal ou difuso do pâncreas (B).	1
▪ Anormalidades pancreáticas intrínsecas com alterações inflamatórias na gordura peripancreática (C).	2
▪ Coleção fluida ou flegmão únicos e mal definidos (D).	3
▪ Duas ou mais coleções mal definidas ou presença de gás no interior ou adjacente ao pâncreas (E).	4
Necrose pancreática	
▪ Nenhuma.	0
▪ Até 30%	2
▪ > 30-50%	4
▪ > 50%	6

Fonte: Mortelet et al., 2004.²⁵

Entretanto, apesar do fato de o índice tomográfico de severidade ter sido usado com sucesso para prever a morbidade e a mortalidade gerais em pacientes com pancreatite aguda, a literatura recente tem revelado suas limitações.^{26, 27} Em primeiro lugar, a presença de insuficiência orgânica, complicações parenquimatosas extrapancreáticas (infarto, hemorragia, coleção fluida subcapsular), complicações

vasculares peripancreáticas (trombose venosa, hemorragia arterial, formação de pseudoaneurisma), bem como efusão pleural e ascite, não se correlaciona significativamente com o escore obtido por índice de Balthazar. Segundo, em dois estudos^{27, 28} independentes a concordância interobservador na realização do escore tomográfico utilizando o índice de Balthazar é apenas moderada, com uma porcentagem relatada de 75%. Finalmente, como já reconhecido por Balthazar e confirmado por outros autores, não há diferença estatisticamente significativa em morbidade e mortalidade entre pacientes que têm 30 a 50% de necrose e pacientes que têm mais de 50% de necrose, quando se usa o índice tomográfico de severidade convencional. Portanto, é questionável se são necessárias estas categorizações específicas do grau de necrose pancreática.

Considerando essas limitações, Mortelet et al.²⁵ idealizaram um **índice tomográfico simplificado de severidade** (Tabela 6) para a pancreatite aguda, que incorpora características que refletem insuficiência orgânica e complicações extrapancreáticas, e poderia ser útil em predizer com mais acurácia o prognóstico.

Tabela 6 – Índice modificado de severidade tomográfica

Indicador Prognóstico	Pontos
Inflamação pancreática	
▪ Pâncreas normal.	0
▪ Anormalidades pancreáticas intrínsecas com ou sem alterações inflamatórias na gordura peripancreática.	2
▪ Coleção fluida pancreática ou peripancreática ou necrose gordurosa peripancreática.	4
Necrose pancreática	
▪ Nenhuma.	0
▪ Até 30%	2
▪ > 30	4
Complicações extrapancreáticas, uma ou mais de: efusão pleural, ascite, complicações vasculares, complicações parenquimatosas, ou envolvimento do trato gastrointestinal.	2

Fonte: Mortelet et al.²⁵

O índice modificado de severidade discrimina apenas entre a presença ou ausência de coleções, não requerendo uma contagem das mesmas. Além disso, no índice modificado a presença de necrose pancreática é pontuada somente como necrose ausente, necrose mínima (menor ou igual a 30%), ou necrose substancial (maior que 30%), assim eliminando a desnecessária categorização entre pacientes que têm 30

a 50% de necrose e pacientes que têm mais de 50%. Por outro lado, a presença de achados extrapancreáticos, tais como efusão pleural, ascite, anormalidades parenquimatosas extra-pancreáticas, complicações vasculares, ou envolvimento do trato gastrointestinal, pode ser incorporada à análise com um peso moderado (2 pontos ou 20%). Mediante o índice modificado de severidade, a severidade da pancreatite aguda pode ser assim categorizada:

- Leve (0-2 pontos);
- Moderada (4-6 pontos);
- Grave (8-10 pontos).

O estudo de Mortelet et al. foi retrospectivo, e foram selecionados 66 pacientes com pancreatite aguda submetidos à TC do abdome com contraste endovenoso até 01 semana após o início dos sintomas. Cada paciente foi avaliado quanto à severidade com os 02 índices, o de Balthazar e o modificado. A partir daí foi então realizada a correlação de entre cada índice e fatores prognósticos, tais como a duração da internação hospitalar, a necessidade de intervenções cirúrgicas ou percutâneas, a evidência de infecção em qualquer sistema orgânico, e a presença ou ausência de disfunção ou insuficiência em sistemas orgânicos.

Os resultados de Mortelet et al. no trabalho acima mencionado sobre o índice modificado de severidade mostram que o tradicional índice de Balthazar é, de fato, uma poderosa ferramenta com a qual predizer a morbidade em pacientes com pancreatite aguda. Quando os autores compararam pacientes com pancreatite leve e grave, documentaram uma correlação estatisticamente significativa entre o índice de Balthazar e a presença ou ausência de infecção, a necessidade de intervenções cirúrgicas ou percutâneas, e a duração da internação hospitalar. Entretanto, não encontraram correlação estatisticamente significativa entre o índice de Balthazar e a duração da internação hospitalar quando compararam pacientes com pancreatite moderada e grave, o mesmo ocorrendo para o desenvolvimento de insuficiência orgânica. O índice modificado, no entanto, não só mostrou uma correlação mais forte do que o índice tradicional em todos os parâmetros prognósticos, mas também poderia ser utilizado para predizer com acurácia a **duração da internação hospitalar** e o **desenvolvimento de insuficiência orgânica** quando se compara pacientes com pancreatite moderada e grave.

O estudo de Mortelet et al. teve também limitações que o autor considerou importantes, como o fato de se tratar de um estudo retrospectivo não randomizado com uma amostra de tamanho médio e, além disso, do grupo de pacientes diagnosticados com pancreatite aguda em sua instituição, foi analisado somente o subgrupo que foi submetido à tomografia contrastada dentro de 01 semana do início dos sintomas. Portanto, para estabelecer o verdadeiro valor prognóstico do índice modificado de severidade tomográfica na pancreatite aguda são necessários mais estudos, de preferência prospectivos e avaliando todos os pacientes no momento da apresentação.

Pode-se concluir então que o índice modificado, comparado com o índice de Balthazar tradicional, tem uma variabilidade interobservador similar, mas se correlaciona mais intimamente com o prognóstico do paciente em todos os parâmetros estudados, especialmente na duração da internação hospitalar e no desenvolvimento de insuficiência orgânica e quando se compara pancreatite aguda moderada e grave.

A figura 8 mostra um caso de pancreatite aguda com formação de coleções, mas com pouca necrose, tendo escore 6 por Balthazar e classificada como moderada, mas com escore 8 por Mortelet, que passa então a ser classificada como grave.

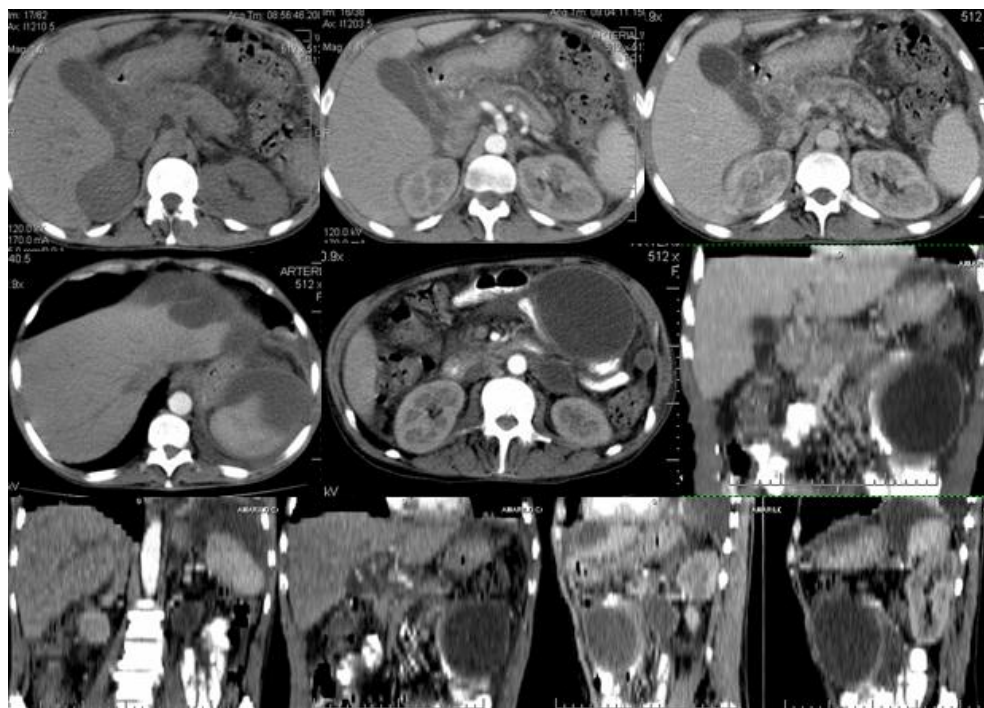


Figura 8 - Pancreatite aguda grave com coleções e pouca necrose.

Ainda com relação à gravidade da pancreatite aguda, a medida da perfusão pancreática, com anteriormente descrito, pode ajudar a identificar pacientes que estão em risco de desenvolver complicações graves antes da ocorrência de necrose ou outras alterações morfológicas evidentes, dando suporte a um tratamento médico mais agressivo desde o início.

3 CONCLUSÃO

Após a discussão sobre os aspectos práticos mais relevantes da avaliação tomográfica do pâncreas, com ênfase nos protocolos de exame e na interpretação dos dados e imagens obtidos, podemos fazer algumas reflexões a respeito da utilidade do método e de sua influência na história natural das doenças pancreáticas. Nos dias atuais, o advento da tecnologia multicorte sem dúvida revolucionou o estudo tomográfico e, embora o uso da tomografia helicoidal convencional ainda seja amplo, ela está sendo aos poucos substituída por aparelhos com mais canais de detectores. As técnicas avançadas de pós-processamento possibilitam que se demonstre a anatomia e as lesões pancreáticas de várias formas. Apesar de todos os avanços, existem muitos protocolos diferentes de avaliação pancreática, havendo uma rotina muito peculiar a cada serviço ou fonte científica. Essa falta de uniformização causa vieses na comparação de resultados, principalmente nos estudos relativos a prognóstico.

Os ganhos de resolução temporal com aparelhos mais rápidos possibilitaram um melhor aproveitamento do estudo dinâmico, e a avaliação de várias fases circulatórias provou ser muito útil, em especial a **fase pancreática**. A fase arterial proporciona um estudo angiográfico de excelente qualidade, comparável à angiografia convencional, contribuindo muito para o estadiamento das lesões neoplásicas e a detecção de complicações vasculares dos processos inflamatórios. A fase arterial pode ainda auxiliar no diagnóstico de tumores de células da ilhota, pois eles apresentam intenso realce precoce nesta fase. A fase portal ou venosa é sem dúvida a fase mais importante da avaliação abdominal. A fase de equilíbrio também pode ser realizada, se houver necessidade.

São imprescindíveis no estudo do pâncreas a realização das fases pancreática e portal, sendo a fase sem contraste necessária para programar as outras fases e para procurar calcificações e cálculos, sendo por isso recomendada a utilização dos mesmos parâmetros em todas as fases. Alguns acreditam que a fase pré-contraste pode ser dispensada na avaliação das neoplasias, principalmente nos aparelhos mais modernos. A justificativa principal é a redução das doses de radiação do exame, que são elevadas nos estudos TCMC.

Para a adequada demonstração das anormalidades pancreáticas deve-se usar cortes finos de no máximo 3 mm na fase arterial da TCUC, e até 2,5 mm na fase pancreática na TCMC. Com os tomógrafos de 16 canais e superiores podem ser usar colimações de 0,625 mm, podendo chegar até 0,5 mm, e alguns serviços optam por realizar todas as fases desta forma.

O índice modificado de severidade da pancreatite aguda constitui um avanço do clássico índice de Balthazar, pois fornece uma categorização mais significativamente relacionada ao prognóstico, principalmente quanto à duração da internação hospitalar e ao desenvolvimento de insuficiência orgânica quando se compara pacientes com pancreatite moderada e grave. O índice modificado e o estudo de perfusão pancreática fornecem informações valiosas precocemente, auxiliando muito o manejo dos pacientes com pancreatite aguda.

Considerando o exposto, podem-se sugerir alguns estudos, tais como: a avaliação da aplicabilidade das técnicas de *detecção do bolus* para a programação do retardo; a acurácia do índice modificado de severidade que foi proposto, e seu impacto no prognóstico do paciente; avaliação da aplicabilidade e valor prognóstico dos estudos de perfusão pancreática nas condições inflamatórias, e se existe alguma utilidade na detecção de tumores isodensos ao parênquima.

A SDTC ainda tem grande importância na avaliação das doenças do pâncreas, principalmente por na maioria dos serviços do Espírito Santo, inclusive no Hospital Universitário Cassiano Antônio de Moraes, da UFES, conta aparelhos convencionais. Por outro lado, já está bem estabelecido o uso da TC helicoidal convencional no estudo do pâncreas, podendo proporcionar altos valores de acurácia se foram utilizados os protocolos corretos.

Finalizando, para manter elevados padrões de qualidade diagnóstica, tanto nos tomógrafos convencionais quanto nos multicorte, é fundamental o acompanhamento dos exames pelo médico radiologista, que selecionará a melhor técnica a ser executada, se é possível abrir mão da fase pré-contraste (nos aparelhos TCMC para reduzir a dose de radiação) e quais fases do estudo dinâmico serão necessárias.

4 REFERÊNCIAS

- 1 HOFER, M. **Tomografia computadorizada – Manual Prático de Ensino**. Rio de Janeiro: Revinter, 2005. p. 6-10.
- 2 WERLANG, H. Z. et al. **Manual do residente de radiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 01-21.
- 3 FEDERLE M.P. **Current Status and Future Trends in Abdominal CT. Opening Plenary Session: 1997**. *RadioGraphics*, n. 18, p. 1555-1568, 1998.
- 4 LU D.S.K.; VEDANTHAM S.; KRASNY R.M.; KADELL B.; BERGER W.L.; REBER H.A. **Two-Phase Helical CT for Pancreatic Tumors: Pancreatic versus Hepatic Phase Enhancement of Tumor, Pancreas, and Vascular Structures**. *Radiology*, n. 199, p. 697-701, 1996.
- 5 TUBLIN M.E.; TESSLER F.N.; CHENG S.L.; PETERS T.L.; MCGOVERN P.C. **Effect of Injection Rate of Contrast Medium on Pancreatic and Hepatic Helical CT**. *Radiology*, n. 210, p. 97-101, 1999.
- 6 KONDO H.; KANEMATSU M.; GOSHIMA S.; MIYOSHI T.; SHIRATORI T.; ONOZUKA M.; MORIYAMA N.; BAE K.T. **MDCT of the Pancreas: Optimizing Scanning Delay with a Bolus- Tracking Technique for Pancreatic, Peripancreatic Vascular, and Hepatic Contrast Enhancement**. *AJR Am J Roentgenol*, n. 188, p. 752-755, 2007.
- 7 FLETCHER J.G.; WIERSEMA M.J.; FARRELL M.A.; et al. **Pancreatic malignancy: value of arterial, pancreatic, and hepatic phase imaging with multi-detector row CT**. *Radiology*, n. 229, p. 81-90, 2003.
- 8 WINTER T.C.; AGER J.D.; NGHIEM H.D.; HILL R.S.; HARRISON S.D.; FREENY P.C. **Upper gastrointestinal tract and abdomen: water as an orally administered contrast agent for helical CT**. *Radiology*, n. 201, p. 365-370, 1996.
- 9 BAUM U.; ANDERS K. Pancreas and Retroperitoneal Space. In: Bruening R. et al. (Org.). **Protocols for Multislice CT**. 2. ed. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2006. p. 217-219.
- 10 INOUE K.; HIROTA M.; KIMURA Y.; KUWATA K.; OHMURAYA M.; OGAWA M. **Further evidence for endothelin as an important mediator of pancreatitis and intestinal ischemia in severe acute pancreatitis**. *Pancreas*, n. 26, p. 218-223, 2003.
- 11 INOUE K.; HIROTA M.; BEPPU T.; et al. **Angiographic features in acute pancreatitis: the severity of abdominal vessel ischemic change reflects the severity of acute pancreatitis**. *JOP*, n. 4, p. 207-213, 2003.

12 MILES K.A.; HAYBALL M.P.; DIXON A.K. **Measurement of human pancreatic perfusion using dynamic computed tomography with perfusion imaging.** *Br J Radiol*, n. 68, p. 471-475, 1995.

13 TSUSHIMA Y.; KUSANO S. **Age-dependent decline in parenchymal perfusion in the normal human pancreas: measurement by dynamic computed tomography.** *Pancreas*, n. 17, p. 148-152, 1998.

14 BIZE P.E.; PLATON A.; BECKER C.D.; POLETTI P.A. **Perfusion Measurement in Acute Pancreatitis Using Dynamic Perfusion MDCT.** *AJR Am J Roentgenol*, n. 186, p.114-118, 2006.

15 MORGAN, D.E.; STANLEY R.J. O Pâncreas. In: LEE, J.K.T. et al. (Org.). **Tomografia computadorizada do corpo em correlação com ressonância magnética.** 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 985-993.

16 BRENNAN D.D.D.; ZAMBONI G.A.; RAPTOPOULOS V.D.; KRUSKAL J.B. **Comprehensive Preoperative Assessment of Pancreatic Adenocarcinoma with 64-Section Volumetric CT.** *RadioGraphics*, n. 27, p. 1653-1666, 2007.

17 RAPTOPOULOS V. et al. **The use of helical CT and CT angiography to predict vascular involvement from pancreatic cancer: correlation with findings at surgery.** *AJR Am J Roentgenol*, n. 168, p. 971-977, 1997.

18 CATALANO et al. **Pancreatic carcinoma: the role of high-resolution multislice spiral CT in the diagnosis and assessment of resectability.** *Eur Radiol*, n. 13, p. 149-156, 2003.

19 ZAMBONI G.; KRUSKAL J.B.; VOLLMER C.M.; BAPTISTA J.; CALLERY M.P.; RAPTOPOULOS V. **Value of MDCT angiography in the preoperative evaluation of pancreatic adenocarcinoma.** *Radiology*, p. 245 (in press), 2007.

20 MILLER F.H.; RINI N.J.; KEPPKE A.L. **MRI of Adenocarcinoma of the Pancreas.** *AJR Am J Roentgenol*, n. 187, p. 365-374, 2006.

21 MORGAN, D.E.; STANLEY R.J. O Pâncreas. In: LEE, J.K.T. et al. (Org.). **Tomografia computadorizada do corpo em correlação com ressonância magnética.** 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 1058-1059.

22 KARASAWA E.; GOLDBERG H.I.; MOSS A.A.; FEDERLE M.P.; LONDON S.S. **CT Pancreatogram in Carcinoma of the Pancreas and Chronic Pancreatitis.** *Radiology*, n. 148, p. 489-493, 1983.

23 BALTHAZAR E.J.; FREENY P.C.; VANSONNENBERG E. **Imaging and intervention in acute pancreatitis.** *Radiology*, n. 193, p. 297-306, 1994.

24 BALTHAZAR E.J. **Acute pancreatitis: assessment of severity with clinical and CT evaluation.** *Radiology*, n. 223, p. 603-613, 2002.

25 MORTELE et al. **A Modified CT Severity Index for Evaluating Acute Pancreatitis: Improved Correlation with Patient Outcome.** *AJR Am J Roentgenol*, n. 183, p. 1261-1265, 2004.

26 LANKISH P.G.; PFLICHTHOFER D.; LEHNICK D. **No strict correlation between necrosis and organ failure in acute pancreatitis.** *Pancreas*, n. 20, p. 319-322, 2000.

27 LECESNE R., TOUREL P., BRET P.M.; et al. **Acute pancreatitis: interobserver agreement and correlation of CT and MR cholangiopancreatography with outcome.** *Radiology*, n. 211, p. 727-735, 1999.

28 MORTELE K.J.; MERGO P.; TAYLOR H.; ERNST M.; ROS P.R. **Renal and perirenal space involvement in acute pancreatitis: state-of-the-art spiral CT findings.** *Abdom Imaging*, n. 25, p. 272-278, 2000.