

Introdução à Radiologia

Edson Marchiori • Maria Lúcia Santos



Conteúdo

- CAPÍTULO 1** *Introdução à Radiologia, 1* ✓
Maria Lúcia Santos
Walter Mello
Felipe von Ranke
- CAPÍTULO 2** *Princípios de Tomografia Computadorizada, 8* ✓
Maria Lúcia Santos
Flávio Azeredo
Felipe von Ranke
- CAPÍTULO 3** *Princípios de Ultra-sonografia, 14* ✓
Maria Lúcia Santos
Flávio Azeredo
- CAPÍTULO 4** *Princípios de Ressonância Magnética, 23* ✓
Alair Santos
Maria Lúcia Santos
Felipe von Ranke
- CAPÍTULO 5** *Estudo Radiológico do Tórax, 29* ✓
Edson Marchiori
Felipe von Ranke
Flávio Azeredo
Gláucia Zanetti
- CAPÍTULO 6** *Padrões Básicos em Radiologia Torácica, 36* ✓
Edson Marchiori
Maria Lúcia Santos
Flávio Azeredo
Gláucia Zanetti
- CAPÍTULO 7** *Padrões Básicos na Tomografia de Alta Resolução, 48* ✓
Edson Marchiori
Rosana Rodrigues
Alberto Vianna
Gláucia Zanetti
- CAPÍTULO 8** *Mediastino, 53* ✓
Edson Marchiori
Maria Lúcia Santos
Alair Santos
Domenico Capone
- CAPÍTULO 9** *Aparelho Cardiovascular — Parte 1, 68* ✓
Cristina Fontes
Marcelo Nacif
Felipe von Ranke
- CAPÍTULO 10** *Aparelho Cardiovascular — Parte 2, 77* ✓
Marcelo Nacif
Flávio Azeredo
- CAPÍTULO 11** *Abdome e Abdome Agudo, 96* ✓
Dianne Machado
Maria Lúcia Santos
Flávio Azeredo
Edson Marchiori
- CAPÍTULO 12** *Aparelho Digestório, 114* ✓
Maria Lúcia Santos
Dianne Machado
Edson Marchiori
Flávio Azeredo
- CAPÍTULO 13** *Aparelho Urinário, 131* ✓
Alberto Vianna
Felipe von Ranke
Edson Marchiori
- CAPÍTULO 14** *Coluna Vertebral, 149* ✓
Alair Santos
Sheila Crespo
Felipe von Ranke
- CAPÍTULO 15** *Crânio e Face, 166* ✓
Alair Santos
Maria Lúcia Santos
Felipe von Ranke
Alberto Vianna
- CAPÍTULO 16** *Ossos e Articulações, 179* ✓
Alberto Vianna
Flávio Azeredo
Edson Marchiori
- Índice Alfabético, 196**

Introdução à Radiologia

Maria Lúcia Santos
Walter Mello
Felipe von Ranke

A Radiologia desenvolveu-se como ciência a partir de dezembro de 1895, com a publicação dos estudos de Wilhelm Conrad Roentgen, físico alemão, ao observar a emissão de "luz" em ampolas a vácuo (ampolas de Crookes), em experiências com raios catódicos. Observou, também, que esses raios, a que ele denominou X (Rx), atravessavam corpos como o vidro, o papelão e a madeira, mas eram "bloqueados" por metais pesados como o chumbo, e que poderiam deixar marcas ao impregnar determinada substância, desde que entre eles e a placa da substância houvesse um corpo. Foi o que conseguiu radiografando a própria mão e, mais tarde, a de sua esposa, em abril de 1896. Esta descoberta lhe valeu o prêmio Nobel de Física.

A partir daí, a radiação X tem sido estudada e utilizada em associação com a matemática, a física, a química, trazendo inúmeros benefícios ao diagnóstico e ao tratamento de doenças, por meio da obtenção de imagens.

O primeiro equipamento de radiologia na América Latina foi instalado no Brasil, em 1897, na cidade de Formiga, em Minas Gerais, pelo médico José Carlos Ferreira Pires.

Grande avanço foi observado na década de 1970, quando foram acrescentados dados computadorizados à formação da imagem obtida por secções, permitindo a mensuração de densidade, além da realização de cortes axiais ou transversos, sagitais e coronais. Era criada a tomografia computadorizada (TC). Este fato deu ao engenheiro físico J. Hounsfield o prêmio Nobel de Medicina e Física.

A obtenção de imagens não ficou na dependência apenas da radiação ionizante e, com o advento da II Guerra Mundial, a descoberta do mapeamento de navios feito pelo ultra-som (US) foi aprimorada para a investigação

do corpo humano. As imagens passaram a ser formadas por meio da ultra-sonografia, que se utiliza de transdutores constituídos por cristais de substâncias que produzem efeito piezoelétrico, isto é, transformam energia elétrica em mecânica e vice-versa. Este método vem se desenvolvendo aceleradamente desde 1980 e vários outros recursos lhe têm sido acrescentados.

Mais tarde, estudos aproveitando a magnetização do íon hidrogênio (íon abundante no corpo humano) também puderam ser transformados em imagens, surgindo, então, a ressonância magnética (RM).

A Radiologia é, portanto, a especialidade médica que utiliza qualquer forma de radiação, seja ela ionizante, sonora ou magnética, passível de transformação em imagens.

A formação da imagem pelo ultra-som e pela ressonância magnética será abordada nos capítulos seguintes.

Atualmente, a Radiologia (Rx, TC, US e RM) está passando pelo processo da digitalização de suas imagens, o que significa dizer que as imagens sofrem a influência de técnicas computadorizadas ora desde a sua formação, ora já no seu armazenamento, dependendo do programa disponível nos serviços de Radiologia, permitindo, em última instância, que os exames realizados possam ser divulgados por redes internas (intranets) ou pela internet, o que favorece o acesso tanto do paciente como do médico assistente, além de diminuir os gastos quanto à impressão em películas. Este processo já está em escala avançada nos grandes centros e a tendência natural é que, em poucos anos, não tenhamos mais películas circulando, mas CD e, eventualmente, alguns "melhores momentos" impressos em papel próprio, ou mesmo película, por exclusiva solicitação do médico assistente.

PRODUÇÃO DA RADIAÇÃO X

O tubo de raios X é a fonte geradora da radiação X. É formado por um envoltório de vidro que contém, no seu interior, ambiente a vácuo e dois pólos: um negativo, o catódio, e outro positivo, o anódio.

O catódio é composto por um filamento usualmente constituído de tungstênio, que, sob efeito de corrente elétrica com alta amperagem e baixa voltagem, torna-se aquecido e, desse modo, libera elétrons. Um circuito de baixa amperagem e alta quilovoltagem cria uma diferença de potencial entre o catódio e o anódio, o que provoca a migração dos elétrons em direção ao anódio e, ao colidirem com este, produzem calor e radiação X. Uma placa de tungstênio (alvo) serve de anteparo aos elétrons no anódio, que é giratório, e está aderida a uma barra de cobre. Há um sistema de refrigeração no anódio, permitindo a dissipação do calor. A ampola (Fig. 1.1) é envolvida por uma blindagem de chumbo, deixando uma única abertura, a janela, por onde passa o feixe de Rx. Um dispositivo de diafragmas permite reduzir a dimensão do feixe ao tamanho da região a ser radiografada.

A corrente elétrica que percorre o filamento e o aquece a alta temperatura, possibilitando emissão de elétrons, é medida em miliampère (mA).

A diferença de potencial (DDP) aplicada entre os terminais anódio, que é positivo, e catódio, que é negativo, determina um fluxo de elétrons que se desloca em alta velocidade do catódio para o anódio, onde são bruscamente freados, e ocorre a transformação da energia cinética dos elétrons em calor (99%) e raios X (1%).

A quantidade da radiação produzida é proporcional à corrente elétrica (mA) que percorre o filamento e o tempo de emissão, medido em segundos (S). O produto $\text{mA} \times \text{S}$ (mAS – miliampère · segundo) é responsável pela quantidade de radiação.

A energia da radiação que determina sua força de penetração depende da quilovoltagem (kV) aplicada. A qualidade da radiação é dependente da mA.

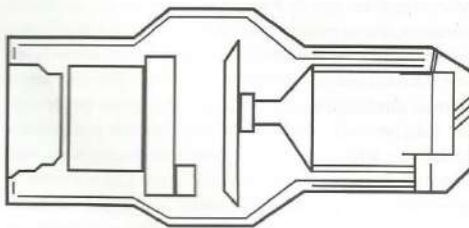


Fig. 1.1 Ampola de Rx.

PROPRIEDADES DOS RAIOS X

- São ondas eletromagnéticas de alta frequência capazes de atravessar a matéria orgânica ou de serem absorvidas por ela e ionizá-la;
- Propagam-se em linha reta;
- Têm pequeno comprimento de onda: de 0,001 a 10 nanômetros (o comprimento de onda da luz é de 500 nanômetros);
- Têm a velocidade da luz;
- Produzem imagens em superfícies fotossensíveis;
- Produzem efeitos fosforescentes em alguns cristais;
- Produzem efeitos biológicos.

FORMAÇÃO DA IMAGEM

Os raios que ultrapassam o corpo chegam ao filme, sensibilizando-o. Após a revelação, tornam-no negro. Os raios que são absorvidos no corpo não sensibilizam o filme e as áreas correspondentes ficarão brancas.

Quando a radiação ultrapassa parcialmente o corpo e parte chega ao filme, determinará áreas correspondentes em cinza após a revelação. Assim, dependendo do peso atômico das diversas regiões radiografadas e da capacidade de penetração dos raios (energia), maior ou menor radiação ultrapassa o corpo e vai sensibilizar o filme com maior ou menor intensidade. Determinará, neste, imagens que variam do negro ao branco, passando por tonalidades de cinza.

Essa gama de tonalidades do branco ao negro é denominada "densidade radiológica". Existem cinco densidades radiológicas (Quadro 1.1).

As estruturas do corpo que têm densidade de partes moles são: tecido conectivo, músculos, sangue, cartilagem, pele, cálculos de colesterol (da vesícula biliar) e cálculos de ácido úrico (do rim).

São referidas como opacidade ou imagem radiopaca as imagens brancas e, como transparência, radiotransparência ou imagens radiotransparentes ou lucentes, as imagens negras (Fig. 1.2).

Quadro 1.1 Relação entre densidade radiológica, absorção no corpo e imagem

Densidade radiológica	Absorção no corpo	Imagem no filme
Metal	Total	Branca
Cálcio (osso)	Grande	Menos branca
Água (partes moles)	Média	Cinza
Gordura	Pouca	Quase negra
Ar	Nenhuma	Negra

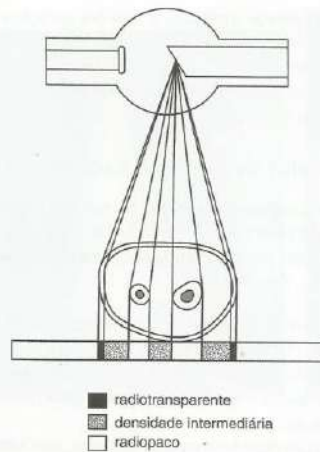


Fig. 1.2 Esquema de absorção de Rx no corpo.

Outros Equipamentos que Entram na Formação da Imagem

- **Filme** – Placa de poliéster recoberta por emulsão de gelatina e cristais de prata. A prata é sensibilizada pela luz ou radiação, tornando-se negra após a revelação.
- **Chassi** – Estojo metálico onde é colocado o filme virgem para protegê-lo da luz.
- **Écran** – Folha flexível de plástico ou papelão do tamanho correspondente ao tamanho do filme usado; ele forra o chassi, ficando em íntimo contato com o filme. É revestido por material fluorescente que emite luz quando irradiado. Essa luz sensibiliza o filme, o que possibilita menor uso de radiação. A função do écran é diminuir a dose de radiação.

Qualidade da Imagem

Uma boa radiografia depende fundamentalmente do contraste e da nitidez da imagem.

O contraste é dado pela diferença entre as áreas claras e escuras da radiografia e depende das condições técnicas durante a execução do exame (dosagem equilibrada do mAS e do kV).

Outro fator que pode influenciar a qualidade da imagem é a presença de radiação difusa que se forma durante a atenuação do feixe de raios X no corpo do paciente, no chassi e na mesa, principalmente. A essa radiação espalhada em todas as direções denomina-se radiação secundária que, em vez de contribuir para a formação da imagem, vela o filme radiográfico de maneira uniforme, suprimindo o contraste com perda da qualidade da imagem.

Para reduzir a radiação secundária são utilizados alguns dispositivos:

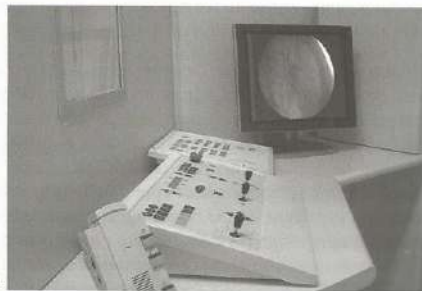
- **Diafragma e colimadores:** reduzem o feixe de radiação que sai da ampola, limitando-o à área a ser radiografada.
- **Grade antidifusora ou bucky:** são dispositivos de lâminas metálicas intercaladas por material radiotransparente, dispostas de maneira a absorver a radiação secundária, permitindo que só a radiação primária atinja o filme. É colocada antes do filme, na mesa ou suporte próprio na parede (Fig. 1.3A, B e C).



A



B



C

Fig. 1.3 A, Sala de Rx com bucky vertical e de mesa; B, sala de telecommando; C, comando do aparelho.

- **Filtros:** são lâminas de alumínio colocadas entre as lâminas dos colimadores com o objetivo de absorver os fótons de baixa energia que prejudicariam a qualidade da imagem.
- **Parte posterior do chassi, de chumbo:** evita que radiações secundárias atinjam o filme.

A nitidez da imagem depende basicamente da imobilidade do corpo, da distância do objeto ao filme e do tamanho do foco.

É fundamental que o corpo esteja imóvel ao ser radiografado para que a imagem obtida seja nítida. O recurso utilizado para que a nitidez não seja prejudicada, no caso de vísceras como o intestino e o coração, é utilizar o menor tempo possível de exposição.

O objeto tem que estar o mais próximo possível do filme para evitar ampliação da imagem; o tamanho do foco deve ser o menor possível para evitar a penumbra que borra o contorno da imagem.

EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO

Alguns efeitos dos raios X, assim como de outras formas de energia ionizante, têm caráter nocivo, o que obriga a adoção de procedimentos visando à proteção do profissional e paciente expostos.

O dano causado pela radiação é cumulativo, ou seja, a lesão é causada por doses repetidas de radiação que se acumulam nos tecidos.

A radiosensibilidade celular é variável; quanto mais jovens as células (quando a mitose é mais acelerada) e quanto mais não-diferenciadas, mais sensíveis à radiação.

Células mais sensíveis: glóbulos brancos (principalmente linfócitos), glóbulos vermelhos, óvulos e espermatozóide.

Células de sensibilidade intermediária: células epiteliais e células do cristalino.

Células mais resistentes: células nervosas e musculares; exceção para as células do sistema nervoso do embrião.

Os efeitos se fazem sentir a curto e longo prazos:

- **Efeitos a curto prazo:** observados em horas, dias ou semanas, produzidos por uma grande quantidade de radiação em grandes áreas corporais, num curto período de tempo: síndrome aguda de radiação com náuseas, vômitos, infecções, hemorragias, diarreia, desidratação, alopecia.
- **Efeitos a longo prazo:** causados por grandes exposições em curto espaço de tempo ou pequenas quantidades de radiação num longo período de tempo (nesta categoria encontram-se os pacientes que "costumam" ser radiografados com frequência). Podem ser divididos em:
 - **Efeitos genéticos** – podem surgir quando os órgãos reprodutores são expostos à radiação. O dano não se ex-

pressa na pessoa irradiada, e sim em gerações futuras, por mutações genéticas nas células reprodutoras.

- **Efeitos somáticos** – observados na pessoa irradiada: radiodermites, câncer, cataratas, leucemia, malformações (exposição no feto).

Meios de Proteção Radiológica

Para evitar os efeitos deletérios da radiação são tomadas medidas que visam proteger o indivíduo, minimizando esses danos tanto para quem lida com a radiação, como para os pacientes. São eles:

1. Redução da área radiografada por meio de colimadores, diafragma;
2. Redução da exposição (dose de irradiação);
3. Limitação do número de exames, principalmente em crianças;
4. Proteção plumbica para as gônadas, tireóide e cristalino;
5. Biombos e aventais plumbicos para o profissional em radiologia;
6. Monitor individual de radiação (dosímetro) para os profissionais.

INCIDÊNCIAS

As incidências são as posições em que são colocados os pacientes para que sejam radiografados. Em uma radiografia observamos todos os elementos ultrapassados pelo feixe de radiação, projetados em um só plano. Pela superposição das diversas estruturas, muitas vezes não há condições de localizar ou delimitar com precisão determinadas imagens. Por isso, é fundamental que sejam feitas incidências em posições diferentes, determinando planos opostos e/ou complementares.

Por exemplo, o estudo radiológico do tórax deve constar, no mínimo, de duas incidências: uma frontal (PA) e outra em perfil (Fig. 1.4A e B).

Por convenção, a denominação da incidência se faz pelo local do corpo que está voltado para a ampola: PA = dorso virado para a ampola e ventre próximo ao filme.

Em certos casos, são necessárias incidências complementares para melhor estudo de determinadas regiões ou doenças. Os exemplos são listados a seguir.

Incidências complementares no exame de tórax:

- **Decúbito lateral:** basicamente para pesquisa de líquido livre na cavidade pleural. Foi descrita por Laurell e, por isto, leva o seu nome.
- **Ápico-lordótica:** para melhor observação dos ápices pulmonares e lobo médio.
- **Obliquas:** para arcos costais e área cardíaca.

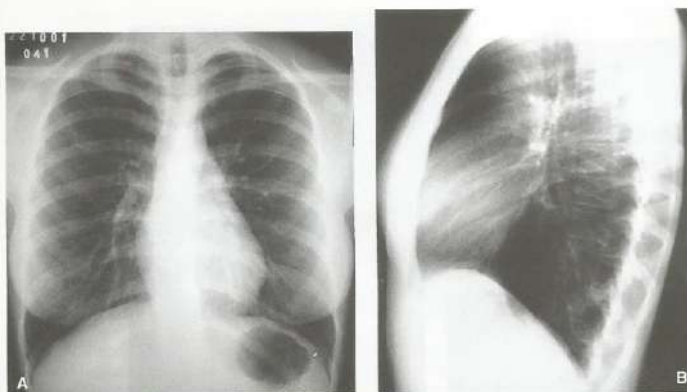


Fig. 1.4 A, Tórax em PA; B, perfil.

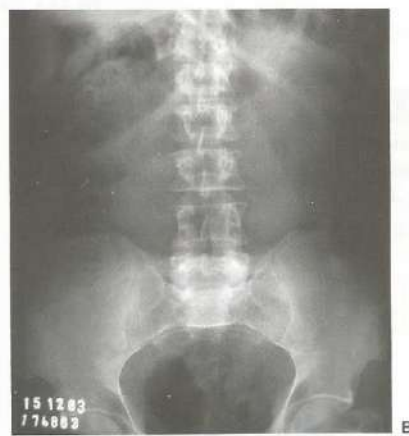
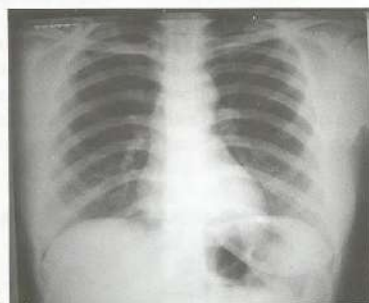


Fig. 1.5 A, Rx do tórax em ortostase; B, do abdome em decúbito.

A constatação da posição que o paciente assumiu num determinado exame se dá por meio da observação da identificação do paciente na película, que fica sempre no alto e à direita, quando o paciente está em ortostase, e embaixo, também à direita, quando o paciente está em decúbito (Fig. 1.5A e B).

EXAMES CONTRASTADOS

Na tentativa de melhorar a diferenciação entre estruturas de densidade semelhante, como as que se encontram no abdome, são utilizados meios de contraste que podem ser naturais (ar) ou artificiais (à base de bário e iodo).

Esses contrastes são utilizados principalmente no estudo dos tratos digestórios alto e baixo, urinário, biliar, e no estudo vascular e de articulações.

À base de sulfato de bário:

1. Estudo do trato digestório alto: seriografia do esôfago, estômago e duodeno (SEED) e trânsito do intestino delgado – o paciente ingere contraste baritado, o que permite observação e análise da luz desses órgãos.
2. Estudo do trato digestório baixo: clister opaco – o contraste baritado é introduzido no cólon por via retrógrada, através do ânus.

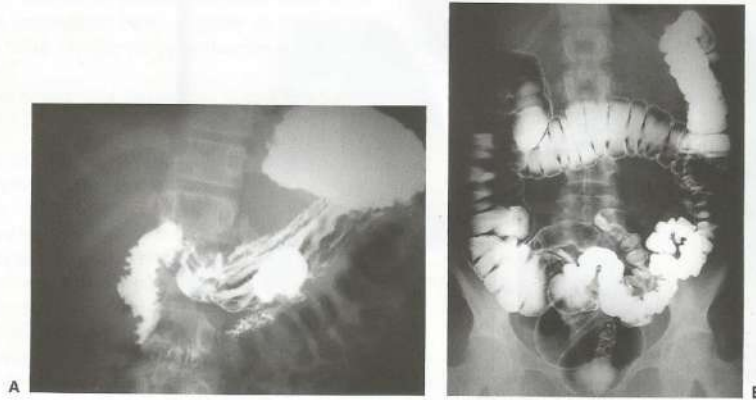


Fig. 1.6 A, SEED; B, clister.

3. No estudo do trato digestório, além do contraste artificial, também se utiliza o ar, que é um contraste natural, o que gera duplo contraste, facilitando a identificação de lesões principalmente mucosas (Fig. 1.6A e B).

À base de iodo:

1. Colangiografia, para o estudo das vias biliares (Fig. 1.7A).
2. Urografia (Fig. 1.7B), uretrocistografia e pielografia, para estudo da função renal (a primeira) e, res-

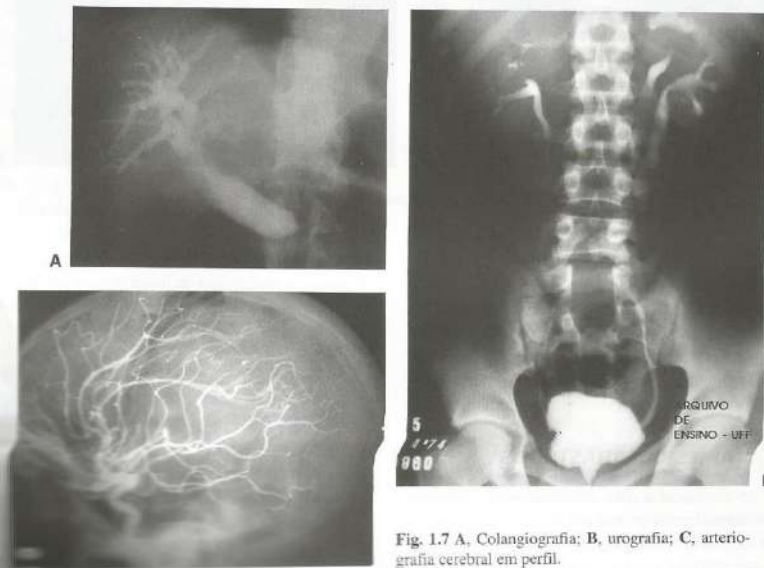


Fig. 1.7 A, Colangiografia; B, urografia; C, arteriografia cerebral em perfil.

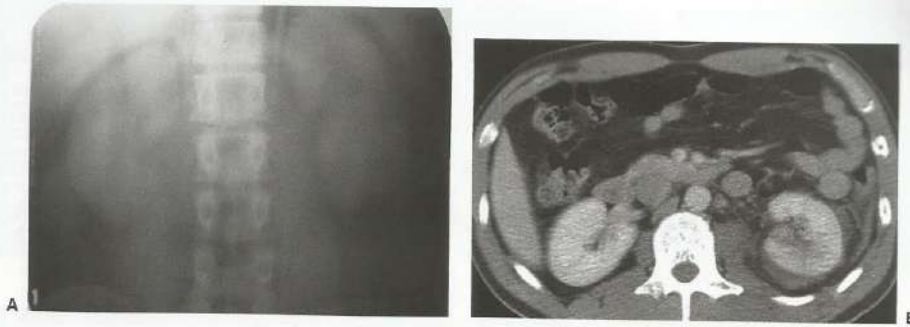


Fig. 1.8 A, Tomografia linear das lojas renais. As estruturas anteriores e posteriores são suprimidas, evidenciando-se com maior nitidez os rins, que são radiografados em filme (tumor renal esquerdo); B, tomografia computadorizada do abdome. Corte axial do abdome evidenciando as lojas renais (hematoma à esquerda).

pectivamente, da uretra, bexiga e sistema ureteropielocalicinal, retrogradamente;

3. Angiografia (Fig. 1.7C), para o estudo das artérias e veias;
4. Artrografia, para o estudo das articulações.

Tomografia. É um exame radiológico efetuado com técnica especial, no qual apenas um plano ou corte (tomo) da região radiografada é evidenciado. Usa-se quando é necessário estudo particularizado de uma região, evitando superposição dos diversos planos. Pode ser linear ou computadorizada (Fig. 1.8A e B).

ROTINA MÍNIMA DE EXAMES RADIOLÓGICOS

Tórax: PA (pósterio-anterior) + P (perfil). Se necessário, pode ser complementado com ápico-lordótica, Laurell ou com incidências oblíquas.

Abdome: AP (ântero-posterior) em ortostática e em decúbito dorsal.

Rotina de abdome agudo (RAA): tórax PA + duas incidências do abdome (ortostase e decúbito).

Arcos costais: tórax PA + oblíqua.

Seios da face: fronto-naso (FN) + mento-naso (MN) + P + Hirtz.

ATM: Schuller (boca aberta e fechada).

Mastóide: Schuller com tomografia + Guillen + Chaus-sé III.

Crânio: PA + P + Hirtz + Reverchon.

Sela túrcica: P + Reverchon.

Mandíbula: AP + oblíquas.

Coluna cervical: AP + P + transoral + oblíquas.

Coluna torácica: AP + P.

Coluna lombar: AP + P + oblíquas.

Coluna sacrococcígea: Fergusonson + P.

Bacia e quadris: AP + Lowenstein.

Ombro: AP + rotações interna + externa.

Braço e antebraço: AP + P.

Cotovelo e punho: AP + P.

Mãos e pés: AP + P + oblíquas.

Coxas, joelhos, pernas e tornozelos: AP + P.

Clavícula: AP.

Escápula: AP + tangencial.

Esterno: P + oblíqua (posição do nadador).

Calcâneo: P + axial.

Princípios de Tomografia Computadorizada

María Lúcia Santos
Flávio Azeredo
Felipe von Ranke

INTRODUÇÃO

Uma das grandes limitações da radiologia convencional é a superposição das estruturas, gerando perda de informações. A partir desta premissa foi, então, desenvolvido um método denominado tomografia, que se baseia na formação de imagens através de cortes (*tomo*, prefixo de origem grega que quer dizer corte ou secção) no mesmo sentido, por meio da movimentação simultânea e oposta do tubo de raios X (Rx) e do filme. Este método é denominado tomografia linear. Por ele, a posição anatômica do órgão ou do segmento que se queira estudar é que determina a espessura e a altura do

corte a ser feito. Foi por muito tempo usada na avaliação da função renal associada à urografia, no estudo de lesões expansivas renais, pulmonares etc. Este método permite a avaliação apenas da estrutura em questão, ficando as que se situam acima e abaixo sem definição de imagem (Fig. 2.1A e B).

Com o objetivo de aumentar a eficácia deste método radiográfico, Hounsfield elaborou modificações na aparelhagem que permitiram reconstruções de imagens de diferentes densidades, sem que umas exercessem influência sobre as outras, num mesmo plano axial. Para tanto, foram introduzidos: utilização de feixe de Rx fino e altamente

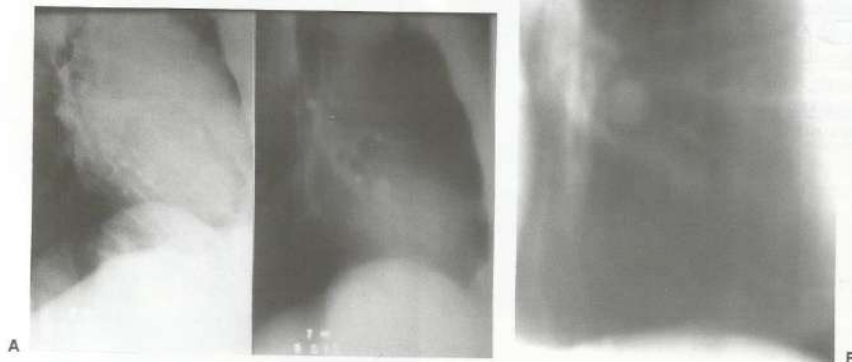


Fig. 2.1 A, Rx do tórax em perfil, sugerindo a presença de imagem nodular projetada sobre o coração. B e C, tomografias lineares em perfil e em PA, confirmando o nódulo.

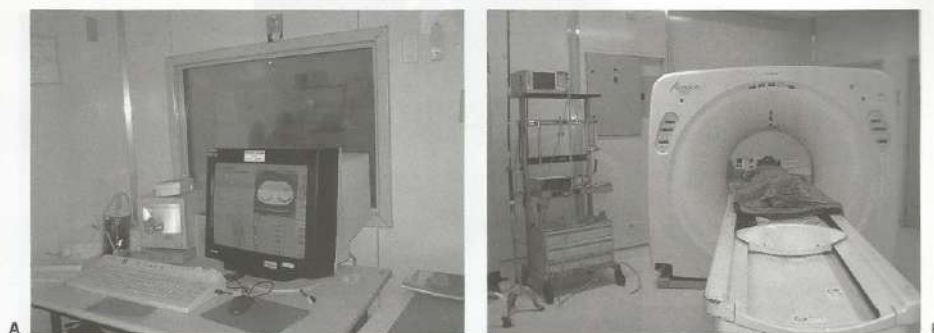


Fig. 2.2 A, Sala de comando de TC; B, sala do aparelho de TC.

colimado (que diminui a radiação secundária), sistema de detectores de cintilação de grande eficiência (que permite maior aproveitamento das radiações captadas) e a reconstrução, por meio de computação, de toda uma secção do corpo, obtida mediante varredura multiangular.

Este método é a tomografia computadorizada, que tem três unidades básicas: (1) unidade de varredura (*gantry*), composta pela ampola de Rx e os detectores; (2) unidade de computação; (3) unidade de apresentação da imagem obtida, composta por monitor de televisão e câmaras multiformato (Fig. 2.2A e B).

Por este método, um feixe fino e altamente colimado de Rx, após sofrer atenuação pela passagem por estruturas do corpo, é captado por detectores de cintilação, sendo este movimento repetido continuamente por 180° a 360° , até que milhares de medidas de transmissão fiquem armazenadas para que seja formada a imagem por computação. Estas imagens são obtidas (isoladamente) e reconstruídas (em grupo) nos planos axial ou transversal, sagital ou perfil e coronal (Fig. 2.3A, B, C, D e E).

Além das imagens obtidas, medidas de valores de absorção do Rx, ou seja, de densidade tissular, também podem ser feitas e se apresentam para leitura por meio da denominação de coeficiente de atenuação, que é uma razão entre a quantidade de radiação que foi emitida pela ampola e a que foi captada pelo detector. Ela varia positiva e negativamente ao referencial, que é a água, cujo coeficiente, portanto, é zero.

A água é utilizada como referência porque seu coeficiente de atenuação é similar ao dos tecidos moles e por ser um material fácil de obter para calibrar os aparelhos. O coeficiente 1.000 é utilizado para obter números inteiros.

Coeficiente de atenuação é a nomenclatura usada para números de TC e também é chamado de unidade Hounsfield, em homenagem ao criador do método.

O número TC, ou coeficiente de Hounsfield, é definido como -1.000 para o ar e 0 para a água. Para os tecidos

em geral, ele depende da energia do feixe empregado. Esses valores também variam de aparelho para aparelho, já que os coeficientes dependem da distribuição de energia do feixe.

Tecido	TC
Ar	-1.000
Pulmão	-900 a -400
Gordura	-110 a -65
Água	0
Liquor	0 a 10
Sangue normal	35 a 55
Sangue coagulado	80
Músculo	40 a 60
Fígado	50 a 85
Ossos	130 a 2.000

Por convenção, altos valores de TC são apresentados como branco (hiperdensidades) e baixos como preto (hipodensidades) (Fig. 2.4A e B).

Como o olho humano não pode distinguir os milhares de coeficientes existentes, é utilizada a técnica de janelas (*windowing*) para visualizar somente os valores em uma certa faixa de TC.

Imagens estudadas com janelas estreitas são mais contrastadas e apresentam menor escala de cinza, ao passo que as janelas largas favorecem maior escala de cinza e pouco contraste.

A importância de se fazer o "janelamento" adequado reside no aumento da possibilidade de se detectarem pe-

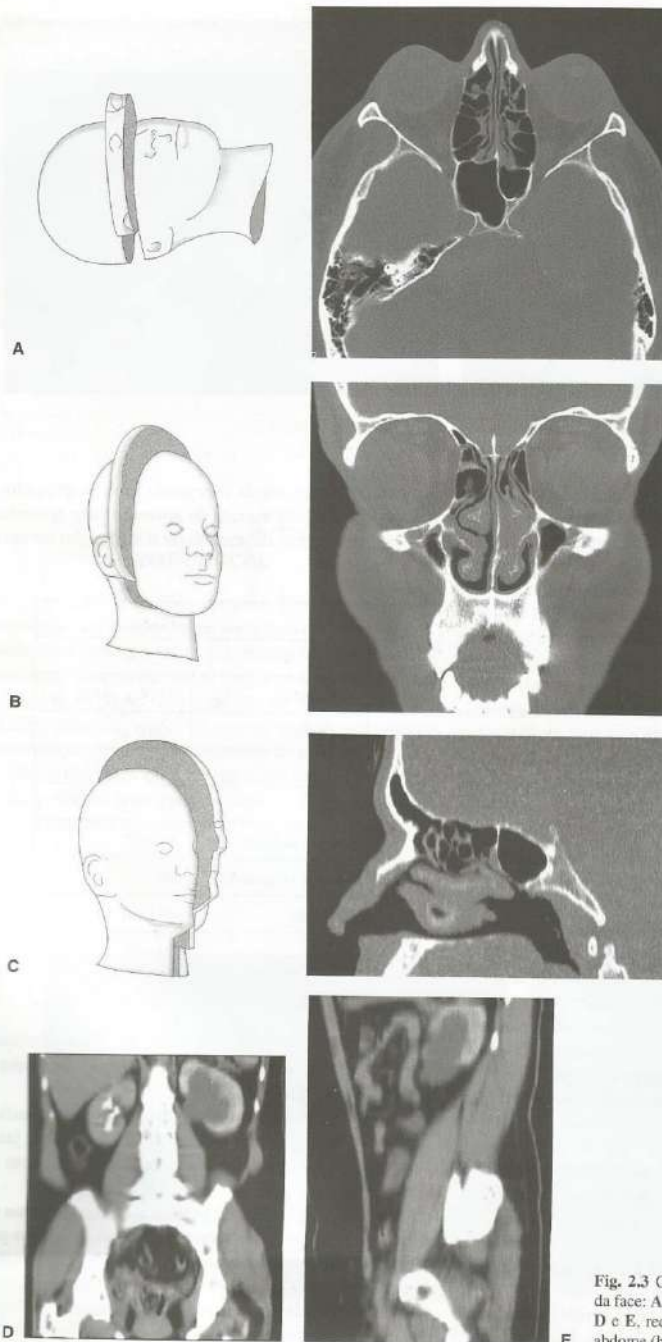


Fig. 2.3 Cortes esquemáticos e dos seios da face: A, axiais; B, coronais; C, sagitais. D e E, reconstruções coronal e sagital do abdome (hidronefrose esquerda).

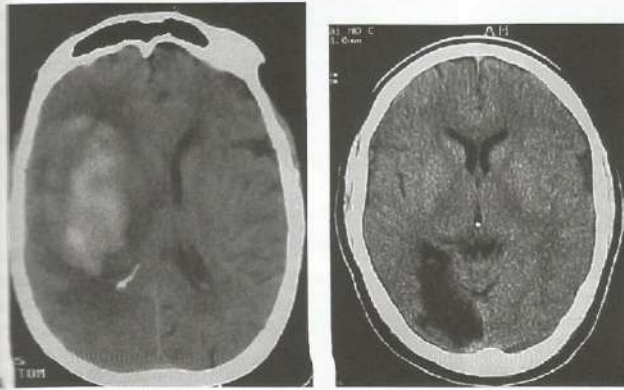


Fig. 2.4 A e B, TC do crânio; em A, lesão hiperdensa (hematoma); em B, hipodensa (sequela de injúria vascular).

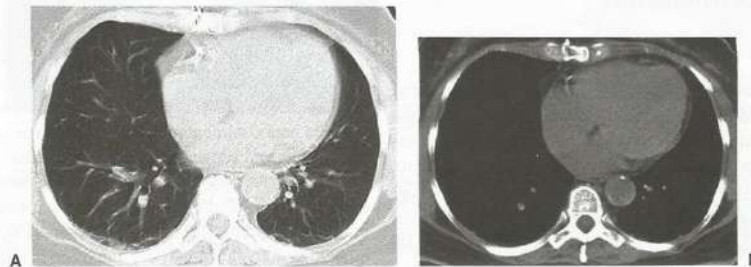


Fig. 2.5 A, TC do tórax com janela para parênquima; B, com janela para mediastino.

quenas diferenças de absorção tissular que implicam condições patológicas (Fig. 2.5A e B).

A evolução deste método é contínua e, atualmente, TC helicoidais (sistema de hélice para varredura e obtenção da imagem), com vários canais detectores, *multislices*, são empregadas quando da necessidade de maior rapidez ou quando não se pode mobilizar o paciente. Nesse tipo de aparelho a movimentação dos órgãos não prejudica a formação da imagem e, por isto, são utilizados preferencialmente nos estudos vasculares e cardíacos.

Dentre as vantagens da tomografia computadorizada estão:

1. obtenção de imagens sem superposição;
2. capacidade de capturar diferenças mínimas de densidade tissular;
3. capacidade de detectar diferenças de densidade entre tecidos, por meio da análise dos valores numéricos do coeficiente de atenuação;
4. possibilidade de processar as imagens em diversos tempos, mediante o armazenamento dos dados;

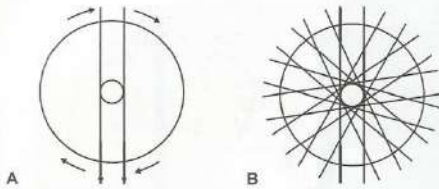
5. ser método não-invasivo;
6. permitir que procedimentos invasivos, como biópsias e punções, sejam realizados durante a sua execução.

Como desvantagens, podem ser citadas:

1. emprego de maior quantidade de radiação ionizante;
2. ainda precisa do contraste iodado para diferenciar vasos e alças intestinais;
3. artefatos do aparelho ou da técnica (p. ex., placas, parafusos de metal prejudicam a formação da imagem);
4. método mais oneroso.

FORMAÇÃO DA IMAGEM EM TC

Em uma tomografia computadorizada, os fótons são coletados por um cristal cintilador ou uma fotomultiplicadora que convertem a energia incidente em corrente elétrica, proporcional à energia dos fótons de raios X incidentes. Nela, um segmento do paciente, por exemplo, de 10 mm de espessura, é separado, eliminando-se a superposição de estruturas adjacentes que ocorre na radiografia convencional.



A) o segmento é definido por uma faixa de raios X, produzida por um feixe fino girando em torno do paciente.
 B) o segmento é subdividido em uma matriz de 512×512 elementos de volume (voxels), cada um tipicamente de $0,5 \times 0,5 \times 1,0$ mm. A imagem é reconstruída por um computador com a matriz correspondente de 512×512 pixels. O brilho, ou escala de cinza, de cada pixel da imagem representa o coeficiente de atenuação linear média do tecido do voxel correspondente.

Detetores

Os detetores são cintiladores, originalmente um cristal de iodeto de sódio acoplado a uma fotomultiplicadora que precisa de uma fonte de alta tensão intensamente estabilizada. Os novos cintiladores utilizam iodeto de cério, fluoreto de cério ou tungstato de cádmio que têm brilho prolongado (*afterglow*). As fotomultiplicadoras têm sido superadas por fotodiodos que não precisam de fonte de alta voltagem.

Aquisição de Dados

Na tomografia computadorizada, um tubo com feixe fino e altamente colimado gira em torno do paciente e, após interação com os diferentes tecidos do corpo, é captado por detetores de cintilação que se situam em oposição ao feixe. Cada pulso de Rx dura 2 a 3 ms, completando uma volta em cerca de 1 segundo.

Cada vez que o tubo emite um pulso, cada detector mede o logaritmo da intensidade que recebe. Esse valor repre-

senta a soma de todos os números TC dos voxels atravessados pelos raios, completando uma projeção. Cada voxel é atravessado pelo feixe em diferentes direções durante a rotação do anel. O número TC de cada voxel está, portanto, representado em várias somas.

Esses dados são armazenados e podem ser reproduzidos em películas radiográficas, papel ou em CD.

Dosagem de Radiação

No que tange à radioproteção, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) prescreve a dose estabelecida pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica como dose-limite (dose máxima de exposição à radiação permitida para uma pessoa em um determinado período) como $0,5$ rem/ano (5 mSv/ano). O limite para trabalhadores ocupacionalmente expostos é de 5 rem/ano (50 mSv/ano).

Estudos têm sido desenvolvidos no intuito de reduzir a dose de radiação durante a realização de exames, o que minimiza os efeitos indesejáveis e garante ao paciente mais segurança. Doses entre 10 e 100 mSv estão no limite conhecido para o aumento de probabilidade de câncer e, portanto, precisam ser seriamente consideradas.

Em observação a esses dados, ao médico solicitante de exames cabe a responsabilidade pela sua indicação, bem como aos radiologistas cabe a observância dos protocolos quando de sua realização para que o bônus ao paciente seja realmente maior.

Meios de Contraste

Na investigação de doenças pela tomografia computadorizada podem ser usados meios de contraste venosos, orais ou retais, dependendo do sistema em estudo e da indicação do exame, sendo, inclusive, o seu uso quase sempre recomendado. Os casos em que este é dispensado ficam restritos e serão explanados em capítulos posteriores (Figs. 2.6A e B e 2.7A e B).

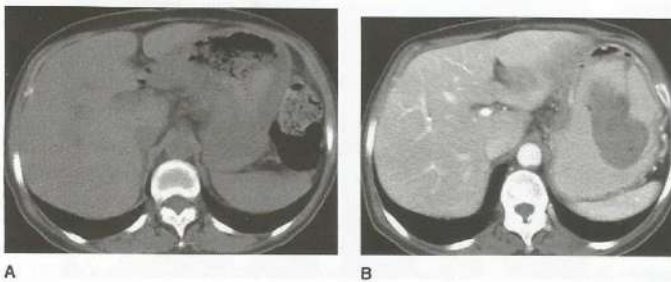


Fig. 2.6 A, TC do abdome sem contraste; B, com contraste venoso, identificando melhor a lesão gástrica.



Fig. 2.7 A, B e C, TC do abdome sem contraste, com contraste venoso e com contraste oral, respectivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, a tomografia computadorizada tem sido associada o estudo com cintilografia na investigação principalmente de tumores e metástases (PET-TC). É usado um tra-

çador rico em glicose, que é o metabólito mais consumido pelas células com alto poder de mitose, e realizado um estudo tomográfico de corpo inteiro, em seguida, sobrepondo-se às imagens da cintilografia. Este estudo ainda não está amplamente difundido pelo seu alto custo (Fig. 2.8A, B e C).

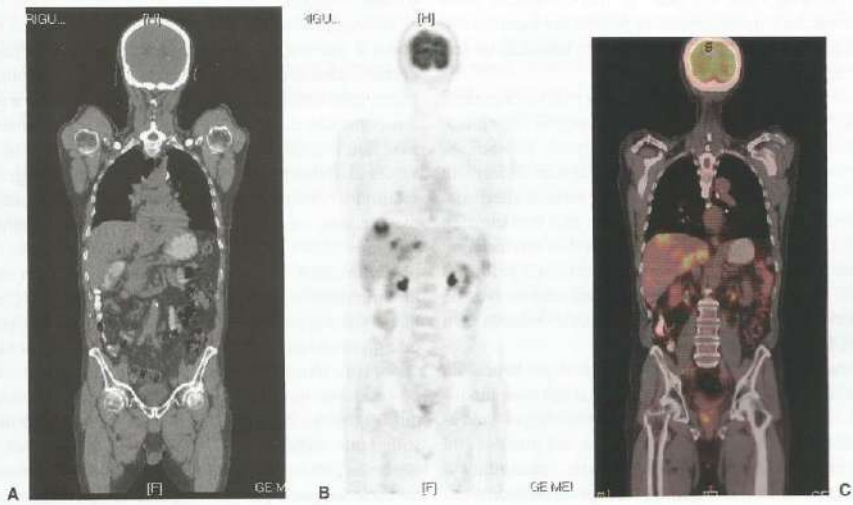


Fig. 2.8 Mapeamento de metástases de tumor de pulmão. A, TC; B, cintilografia; C, fusão da TC com cintilografia.

Princípios de Ultra-sonografia

Maria Lúcia Santos
Flávio Azeredo

A ultra-sonografia (US) surgiu na prática médica nos anos 1960, revolucionando os métodos de imagem que, até então, consistiam na radiologia convencional e contrastada.

Por definição, ultra-som envolve a parte do espectro do som que tem frequência (medida em MHz) acima de 20.000 ciclos por segundo, isto é, acima da faixa do som audível.

O princípio físico utilizado na ultra-sonografia diagnóstica é semelhante ao dos sonares utilizados na II Guerra Mundial para localizar submarinos. Basicamente, o sonar é um aparelho que emite ondas de ultra-som que, ao interagirem com corpos/estruturas, geram ecos que são captados de volta. Por meio do mapeamento gráfico desses ecos, os corpos/estruturas podem ser localizados, ter definido seu contorno e, inclusive, a natureza de sua constituição.

Na sua aplicação para diagnóstico, os tecidos orgânicos é que são "sonados" por um transdutor especial, constituído de um cristal com propriedades piezoelétricas. Substâncias ou cristais piezoelétricos são capazes de mudar de formato ou vibrar quando submetidos à corrente elétrica alternada. Essa vibração irá produzir o ultra-som que será emitido aos tecidos. Quando o ultra-som é refletido e retorna ao transdutor ocorre o fenômeno inverso: o cristal deforma-se e gera energia elétrica que será processada através de sistema computadorizado projetado especificamente para este fim, formando a imagem.

O transdutor variará de frequência na dependência da região a ser analisada. Em geral os tecidos são examinados com transdutores de alta frequência. À medida que o ultra-som penetra no corpo humano ele sofre um processo de atenuação progressiva que vai rapidamente consumindo a energia da onda emitida. Quanto mais profundamente estiver situado o órgão de interesse, menor será a frequência

utilizada na sua investigação. Por exemplo, para o estudo do fígado, que é um órgão intra-abdominal, é utilizado um transdutor de 3,5 MHz, enquanto para a tireóide, que é uma estrutura superficial, o transdutor é de 7,5 a 10 MHz (Fig. 3.1).

A interação do som com os tecidos deve ser uniforme para que a imagem formada seja o mais fidedigna possível. Para isto, alguns cuidados devem ser observados durante a realização do exame, como a utilização de gel aquoso sobre a pele dos pacientes, que permite melhor acoplamento do transdutor com o tecido, ou como a realização de exame com transdutor intracavitário, como o transvaginal e o transesofágico.

Outros procedimentos também devem ser adotados, como a orientação aos pacientes quanto ao preparo necessário para a realização dos exames; por exemplo: fazer jejum para observar a capacidade de distensão, a parede e o conteúdo da vesícula biliar; fazer uso de laxativos para, eliminando os gases e fezes, favorecer o estudo das vísceras abdominais; encher o estômago de água para facilitar o acesso ao pâncreas em casos de acentuação do meteorismo, ou a bexiga para servir de janela para o estudo dos órgãos pélvicos por via suprapúbica etc. Esses procedimentos são, obviamente, indicados para exames de ambulatório, porque, na urgência, as condições em que o paciente chega geralmente não permitem preparo ou espera adequados para a realização em boas condições e, por isto, muitas vezes o exame pode ficar inconclusivo ou necessitar de complementação posterior, inclusive por outro método. Na urgência, é necessário que o médico solicitante saiba elaborar sua hipótese diagnóstica, reconhecer as condições do paciente e conhecer as limitações do método, para que não se perca tempo para o doente e se preserve o valor do método. Quanto aos pacientes



Fig. 3.1 A e B. Aparelho de US e transdutores.

internados, estes geralmente não apresentam preparo ou condições adequadas, sendo a imobilização no leito, senão um empecilho, algo que dificulta o estudo do abdome pelo favorecimento ao acúmulo de gases, que são um péssimo propagador do som. A falta de lucidez ou a desorientação mental do paciente dificulta a interação com o médico que, por vezes, necessita de apnéia provocada para a realização do exame; a presença de curativos, sondas e cateteres também dificulta a abordagem desses pacientes. Além disso, a presença de grande panículo adiposo também é um fator que reduz a sensibilidade do método, apesar dos recursos que os aparelhos dispõem para a sua realização.

A qualidade da imagem depende da quantidade de ecos que são recebidos pelo transdutor e se traduz em gradações do preto ao branco, como na radiografia e na tomografia computadorizada.

Uma imagem é dita anecóica quando não possui ecos no interior, ou seja, é líquida e, nesses casos, sua cor será preta (p. ex., bile, urina, líquor). Ela gera uma imagem branca posteriormente à sua parede: o reforço acústico posterior.

Uma imagem é hipoeecóica quando o feixe sonoro atravessa tecidos com densidade de partes moles. Esta gradação irá desde o cinza-escuro da cortical renal normal até o cinza mais claro do pâncreas do paciente idoso, por exemplo. Nesta situação, não existe o reforço posterior.

A imagem é hipereecogênica quando o som não ultrapassa a estrutura (cálcio, cálculos, osso) ou quando interage com ela e se dispersa (gases); em ambas as situações

ocorre a formação de sombra acústica posterior que será limpa, no caso de interagir com osso, ou borrada, quando o faz com o ar/gás (Figs. 3.2 a 3.5).

Cabe ressaltar que cada tecido possui características próprias quanto à interação com o som e o mais importante é analisar a sua distribuição por todo o parênquima; se existem áreas de diferentes tonalidades, ou seja, diferentes ecogenicidades (focal ou difusamente distribuídas); ou mesmo se a ecotextura está diferente do que geralmente se encontra para determinado órgão (p. ex., a insuficiência renal crônica leva ao aumento da ecogenicidade do parênquima renal, tornando-o hipereecóico; a hepatite leva a uma redução difusa da ecotextura hepática, tornando-a hipoeecóica). A tireóide pode apresentar nódulos hipo, iso ou hipereecóicos (Figs. 3.6 a 3.8).

Desta forma, a interpretação ultra-sonográfica irá depender de um profundo conhecimento da anatomia das estruturas estudadas, bem como da ecogenicidade habitual dos diversos tecidos.

O estudo por ultra-sonografia possibilita, além das análises textural e da arquitetura tecidual, a análise do contorno das estruturas, suas interfaces, a relação anatômica com outras estruturas e a sua mensuração.

É de fundamental importância a sistematização para que, no estudo ecográfico, não passe despercebida alguma alteração importante para o diagnóstico, fazendo-se necessário que cada serviço estabeleça seu próprio protocolo de realização de exames para os diversos compartimentos orgânicos de interesse para análise.

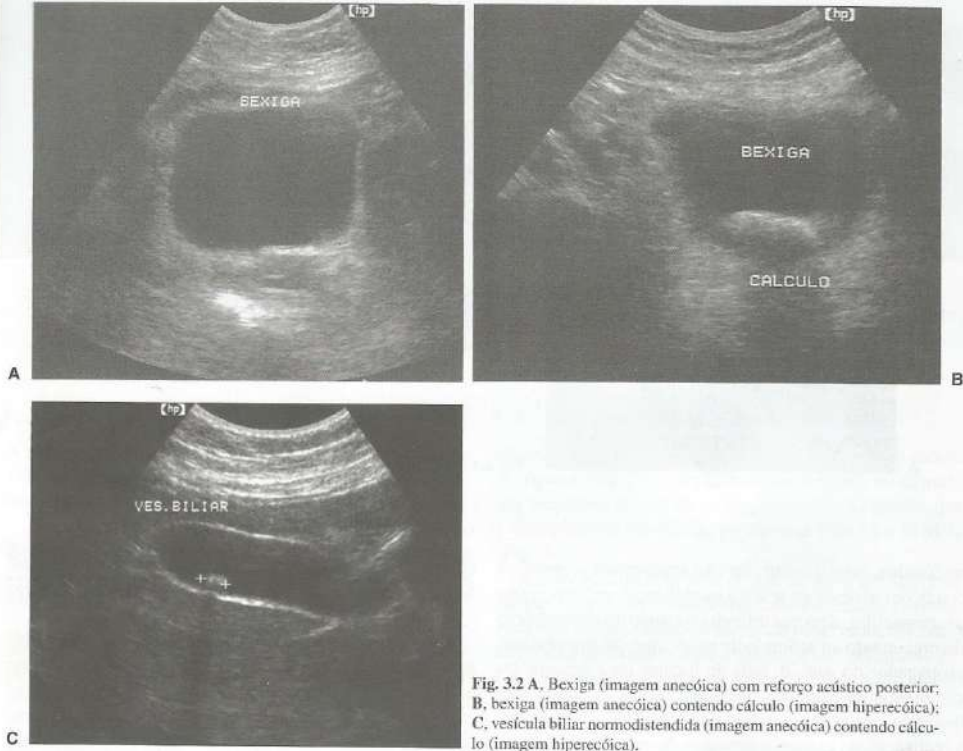


Fig. 3.2 A, Bexiga (imagem anecóica) com reforço acústico posterior; B, bexiga (imagem anecóica) contendo cálculo (imagem hiperecólica); C, vesícula biliar normotônica (imagem anecóica) contendo cálculo (imagem hiperecólica).

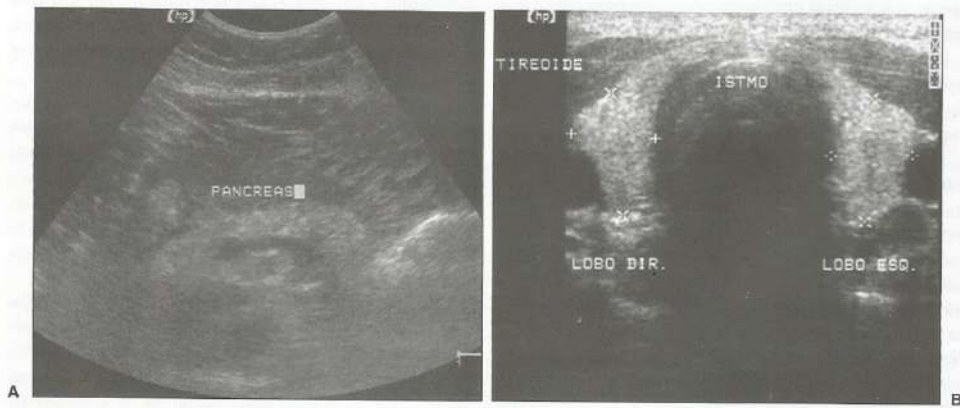


Fig. 3.3 A, Pâncreas normal (imagem hipoeecólica); B, tireóide normal (imagem hipoeecólica).



Fig. 3.4 A, Vesícula biliar (VB) atrófica, litíásica, com forte sombra acústica posterior, limpa; B, alças intestinais distendidas produzindo sombra acústica borrada; C, sombra borrada do ar do pulmão.



Fig. 3.5 Rim esquerdo: cortical (bem hipocóica), seio renal (hipocóico), cálculo (hiperecótico) produzindo sombra acústica.

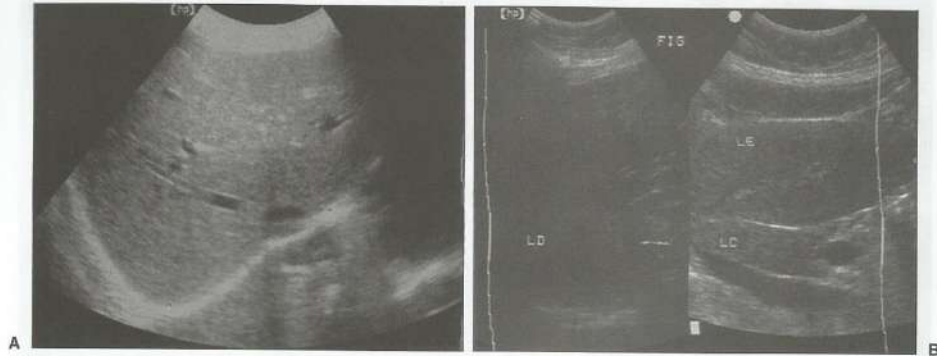


Fig. 3.6 A, Fígado normal; B, fígado hipoeecóico (hepatite).

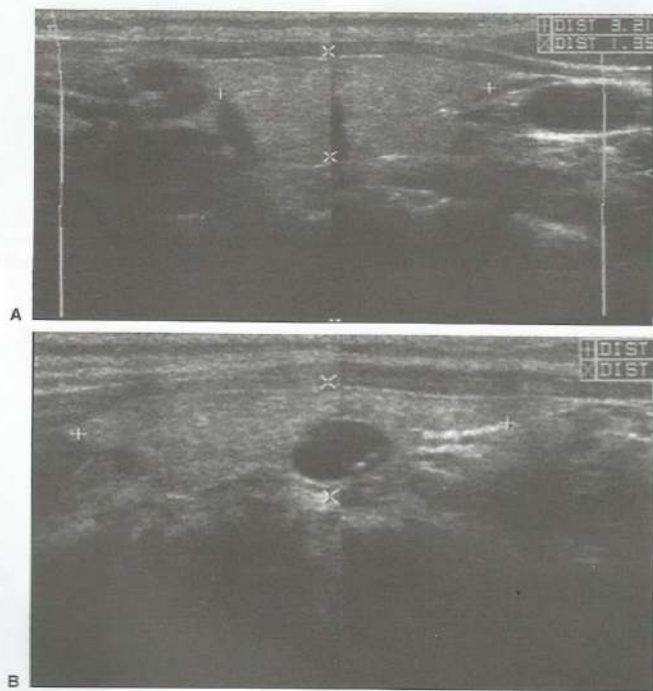


Fig. 3.7 A, Lobo tireoideano normal (homogêneo); B, lobo tireoideano heterogêneo, contendo nóduo anecóico (cisto).

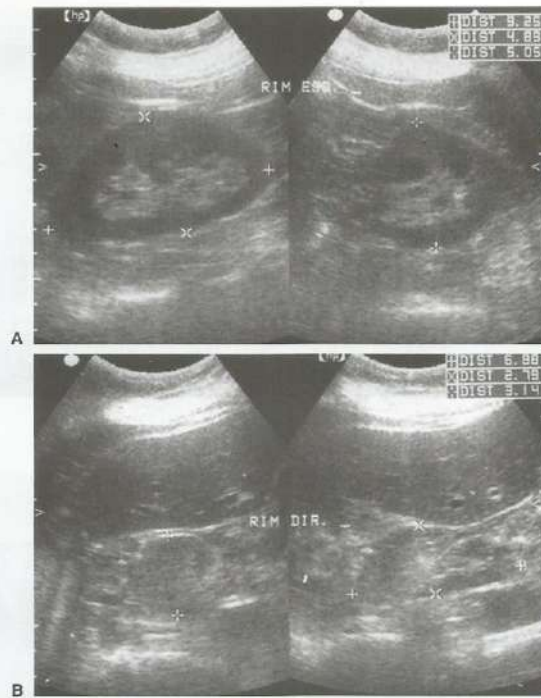


Fig. 3.8 A, Rim normal; B, rim com insuficiência crônica (dimensões reduzidas e hiperecogênico).



Fig. 3.9 Tendão da cabeça longa do bíceps.

Na prática clínica, a US pode ser aplicada a diversas investigações diagnósticas.

O sistema nervoso pode ser avaliado com a US transfontanela em crianças e através da mastóide e do forame magno em adultos.

O estudo da retina também pode ser realizado colocando-se uma interface gelatinosa entre o transdutor e o olho fechado.

O estudo dos seios da face também pode ser feito pela US; porém, como é de maior complexidade a sua realização e existem métodos mais rápidos e precisos, seu uso é pouco aplicado.

No tórax pode ser utilizada para avaliar líquido entre os folhetos pleurais ou no saco pericárdico. Em cardiologia a ultra-sonografia (ecocardiografia) é utilizada para a avaliação da estrutura e função do coração, de suas válvulas e vasos e, atualmente, auxilia o reconhecimento de áreas

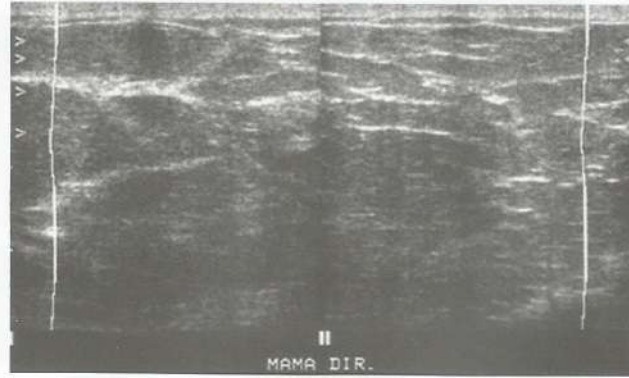


Fig. 3.10 Mama direita.

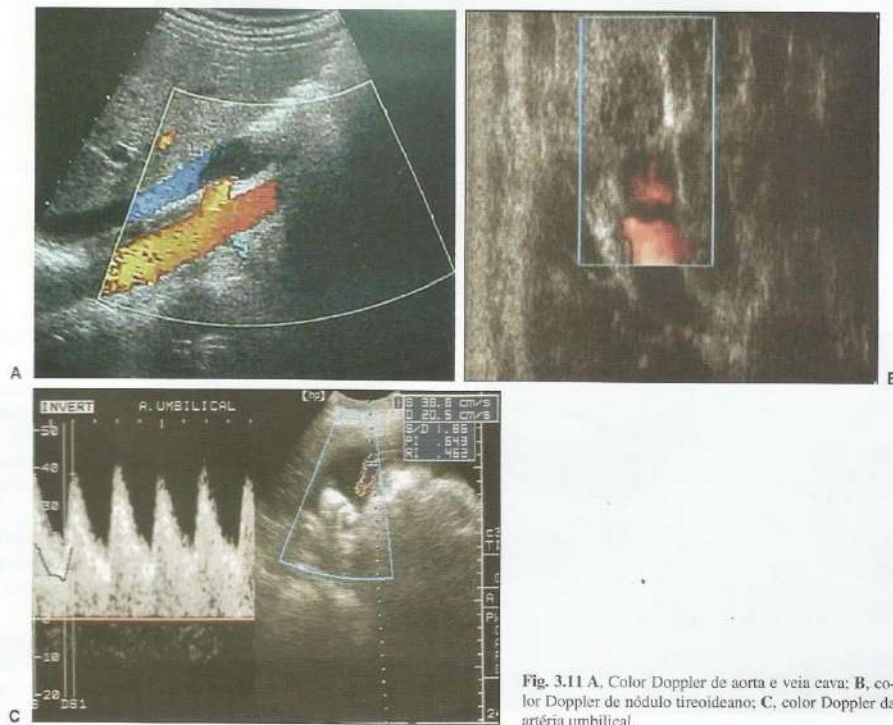


Fig. 3.11 A. Color Doppler de aorta e veia cava; B. color Doppler de nódulo tireoideano; C. color Doppler da artéria umbilical.

de estenose em procedimento invasivo que pressupõe a colocação de *stents*.

No abdome e pelve podem ser estudados vesícula biliar, fígado, baço, pâncreas, rins, vasos abdominais e pélvicos, bexiga, útero, ovários, próstata, vesículas seminais e linfonodos; pode ser feita também a pesquisa de líquido nas cavidades, de hérnias e, também, a avaliação do comprometimento de vísceras ocas, como no estudo da apendicite ou do refluxo gastroesofágico.

Pode ser utilizada também na avaliação de estruturas superficiais: mamas, tireóide, glândulas salivares, bolsa testicular, pênis e sistema musculoesquelético (Figs. 3.9 e 3.10).

O avanço tecnológico permitiu que fossem acoplados o estudo fluxométrico e a cor à US (color Doppler) que, atualmente, vem sendo aprimorado, permitindo a análise

se do fluxo vascular, importante, por exemplo, no acompanhamento da viabilidade de um transplante renal, na pesquisa de obstruções vasculares como trombose da veia porta, na investigação de neovascularização que caracteriza as neoplasias (p. ex., nódulo na tireóide), avaliação das condições materno-fetais durante a gravidez etc. (Fig. 3.11).

Punções aspirativas, biópsias e drenagens podem ser guiadas pela US, aumentando a acurácia desses procedimentos (Fig. 3.12).

Uma vez que não utiliza radiação ionizante, é o método de escolha em pacientes obstétricos, tanto em seu acompanhamento pré-natal como para qualquer intercorrência clínica (infecção urinária de origem litíase ou não e colecistite na gravidez são as mais frequentes) (Fig. 3.13).

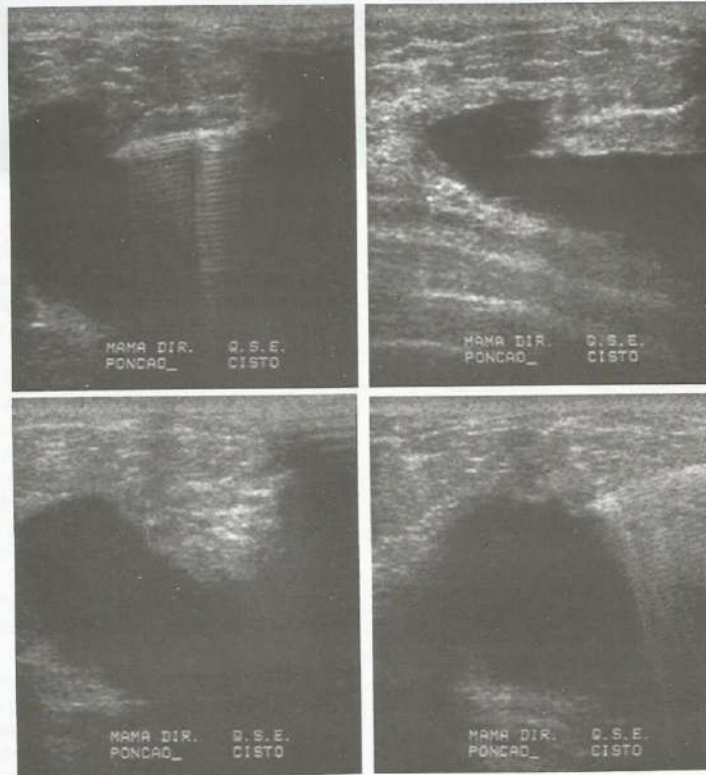


Fig. 3.12 Punção biópsia da mama.

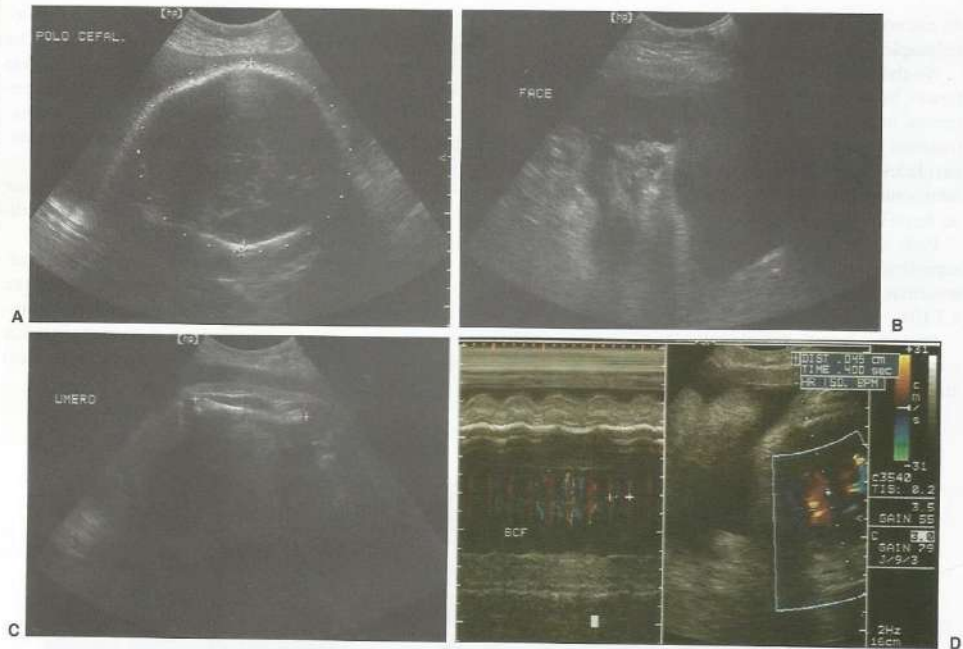


Fig. 3.13 US obstétrico. A, Pólo cefálico; B, face fetal; C, úmero; D, batimentos cardíacos (BCF).

A US é um método que tem menor custo se comparado com outros métodos como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, o que o torna mais acessível aos hospitais e clínicas. É de fácil e rápida realização dentro das condições ideais. Entretanto, talvez sua principal vantagem

se encontre no fato de ter grandes taxas de especificidade e sensibilidade para diversos usos no diagnóstico por imagens, sendo um método não-invasivo, que não utiliza radiação ionizante.

Princípios de Ressonância Magnética

Alair Santos
 Maria Lúcia Santos
 Felipe von Ranke

INTRODUÇÃO

Ressonância magnética (RM) é um método de imagem que se baseia no comportamento dos prótons de hidrogênio (H^+), o átomo mais abundante no corpo humano, visto este ser composto por cerca de 70% de água (H_2O).

Os átomos de H^+ estão desalinhados no corpo humano. Quando colocados dentro de um campo magnético intenso, os prótons alinham-se ao longo do eixo deste campo magnético e retornam à posição de equilíbrio logo que cessa a força (radiofrequência – RF) que os fez alinharem-se, ou seja, cessada a excitação, a energia liberada é captada e emite um sinal ao equipamento de RM que, por sua vez, forma a imagem.

O aparelho de ressonância magnética é um grande ímã formado por campo magnético originado pela corrente elétrica que passa por uma bobina de fios metálicos, imersa em hélio líquido a temperaturas baixíssimas (cerca de $-269^\circ C$), próximas do zero absoluto.

O aparelho aplica um pulso de RF na frequência de precessão do hidrogênio, dando energia ao próton que se desvia do eixo do campo magnético. Após o término desse pulso de RF o próton volta ao estado inicial, liberando energia que é captada pela antena e transmitida aos computadores.

Chama-se magnetização longitudinal quando o tecido é magnetizado na mesma direção do campo magnético. A direção da magnetização do tecido pode ser angulada do longitudinal para o transversal aplicando-se um pulso de RF. Isto é feito periodicamente durante o processamento da imagem nas seqüências ponderadas em T1 e T2.

O equipamento de RM é constituído pelos seguintes elementos:

1. Sistema de campo magnético principal
2. Sistema de estimulação-recepção
3. Sistema gradiente do campo magnético
4. Sistema de tratamento da imagem
5. Sistema de informatização (Fig. 4.1A e B).

Os gradientes são pequenos ímãs capazes de criar pequenos campos magnéticos variáveis, três gradientes lineares, para que possamos obter a reconstrução tridimensional de cada plano, a saber:

- OZ: plano de corte transversal (ou axial)
- OX: plano de corte coronal (ou frontal)
- OY: plano de corte sagital (Fig. 4.2A, B e C).

Com a computação das imagens são possíveis reconstruções (Fig. 4.2D e E).

As bobinas ou antenas emitem e captam a radiofrequência emitida pelos prótons da área estudada. Para cada região do corpo existe um tipo de bobina (p. ex., crânio, coluna, joelho, ombro etc.). Para exames do tórax ou abdome utiliza-se a *body coil* (bobina de corpo) que está contida dentro do aparelho de RM ou outros tipos de bobina de superfície.

SEQÜÊNCIAS DE PULSO

1. Spin-echo (SE)
2. Gradient-echo (GE)
3. Inversion Recovery (IR): tipos STIR, FLAIR
4. Eco planar (Epi): (SE + GE)
5. Grase: (TSE + EPI).

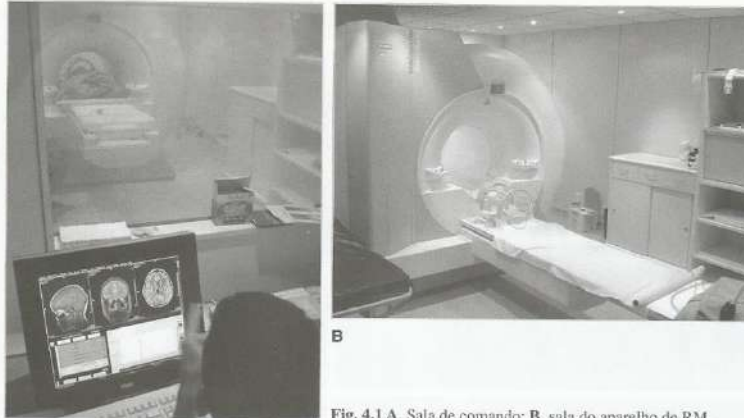


Fig. 4.1 A, Sala de comando; B, sala do aparelho de RM.

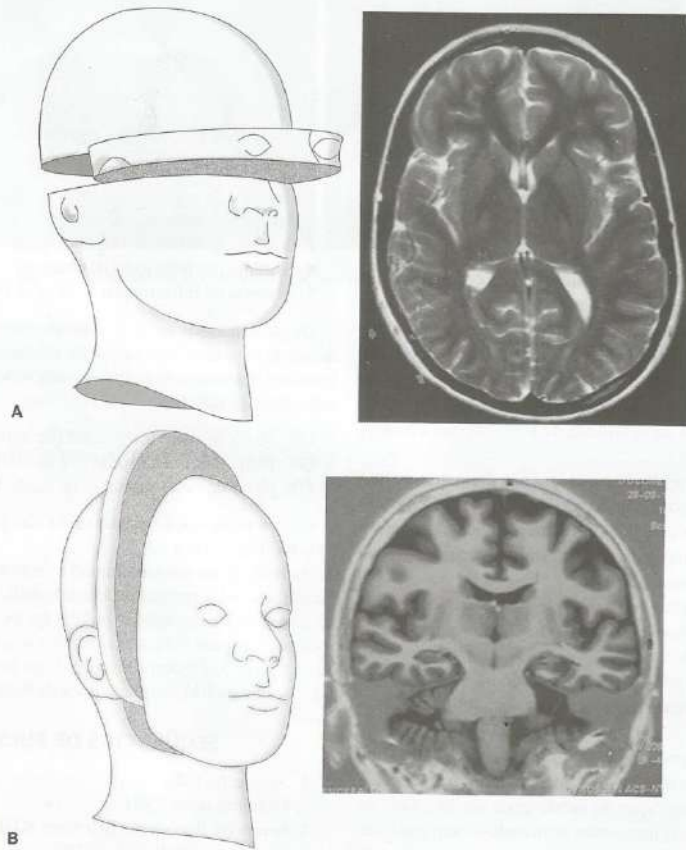


Fig. 4.2 RM do crânio em cortes esquemáticos e na estrutura: A, cortes axiais; B, cortes coronais; C, sagitais; D e E, reconstruções coronal e sagital de angiorressonância. (Continua)

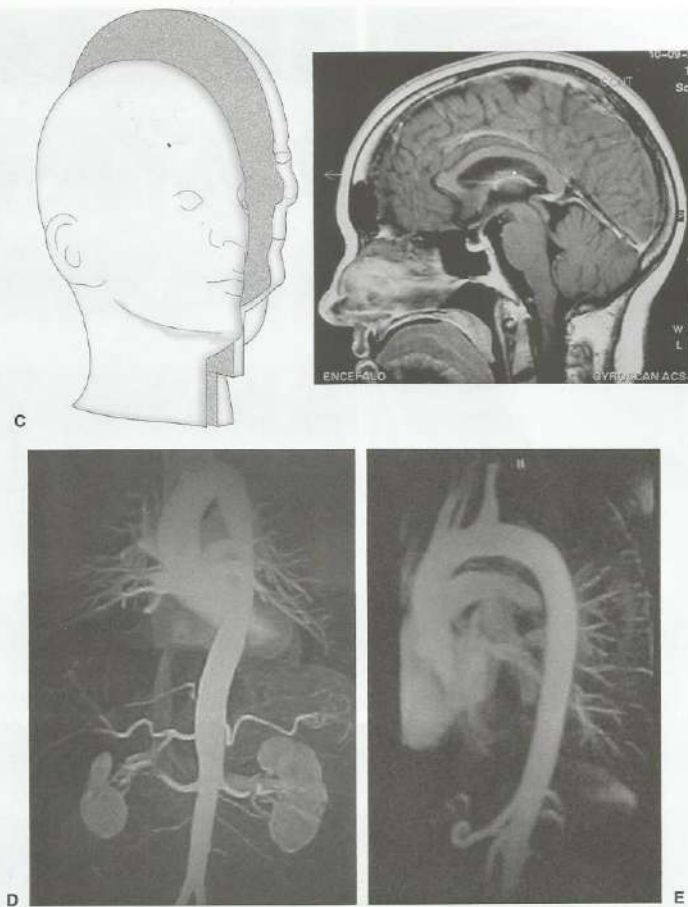


Fig. 4.2 Continuação.

EVOLUÇÃO

Seqüências básicas: SE e IR/GE
 Ultra-rápidas: FSE/TSE, CISS, e outras.
 Tempo real: eco planar e Grase.

TR e TE/T1 e T2

Quando o paciente é colocado no magneto do equipamento de RM, o tecido é excitado por um pulso de RF, sendo, pois, temporariamente magnetizado e produzido um sinal de RF que é captado. Tecidos com maior concentração de

prótons de H^+ tornam-se mais magnetizados, produzindo sinal de RF mais intenso, aparecendo, portanto, mais brilhantes na imagem do que aqueles com baixa densidade de prótons.

A excitação dos prótons de H^+ é feita utilizando-se, na técnica spin eco (este nome é baseado no movimento habitual destes prótons, *spin*), duas seqüências de pulso de 90° e 180° . Esses impulsos são repetidos regularmente a intervalos de tempo chamados de **tempo de repetição** (TR), escolhido pelo médico radiologista de acordo com o estudo a ser feito.

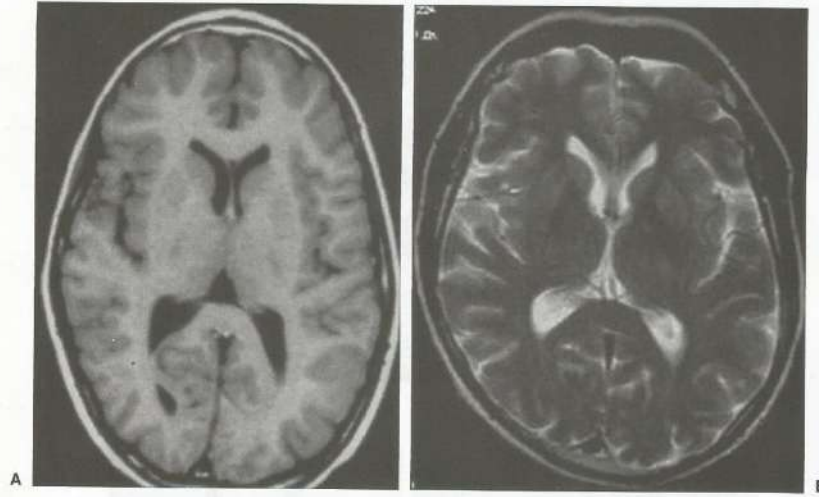


Fig. 4.3 RM do crânio ponderadas: A, em T1; B, em T2.

O tempo que separa um impulso de 90° do eco é chamado de **tempo de eco (TE)**, que também é selecionável.

A escolha do TR e do TE permite formar as imagens de RM, ou seja, ponderar as imagens, nas seqüências em T1 ou em T2. Estas siglas significam padrões de tempo, ou seja, cada substância tem seu tempo específico. Assim, pode-se dizer que:

1. T1: É o tempo de decaimento da magnetização longitudinal após ser energizado pela RF
2. T2: É o tempo de decaimento da magnetização transversa após ser energizado pela RF
3. TR: É o tempo entre cada pulso de 90°
4. TE: É o tempo entre o pulso de 90° e o sinal (Fig. 4.3A e B).

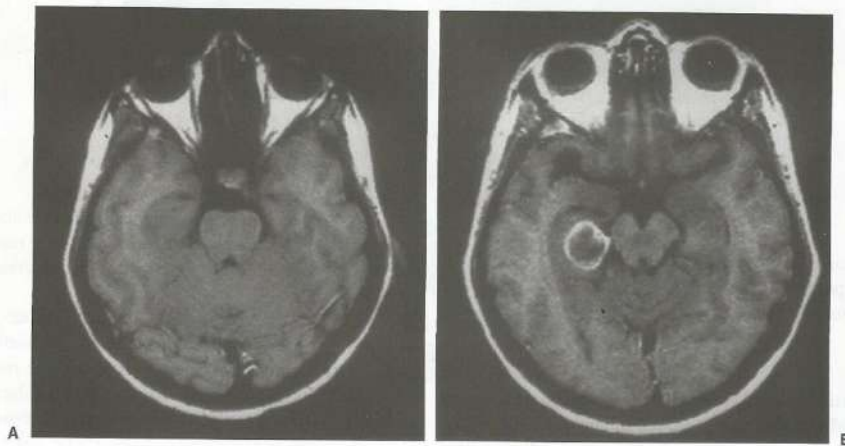


Fig. 4.4 A e B, RM de crânio antes e após a administração do meio de contraste, o que define melhor a lesão.

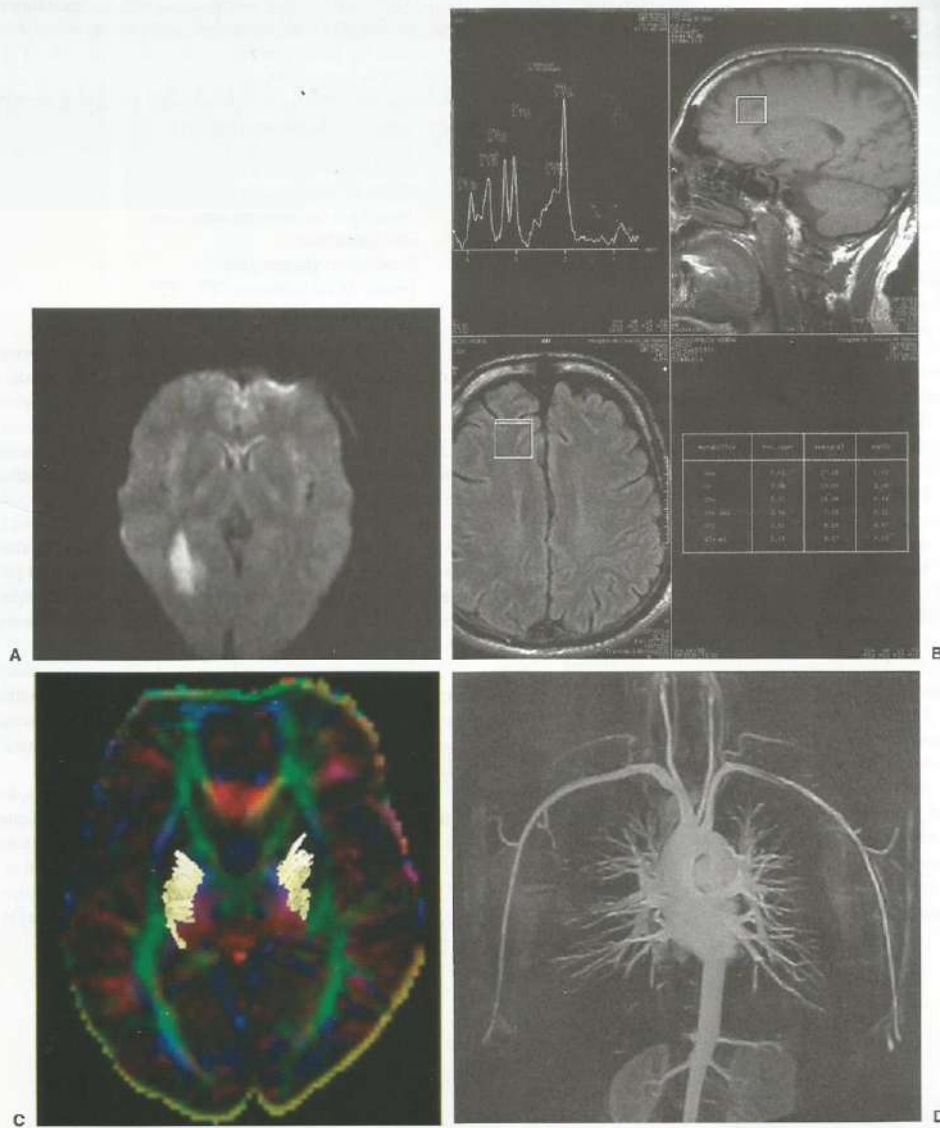


Fig. 4.5 Exemplos de técnicas aplicadas à RM para melhor elucidação diagnóstica. A, Difusão; B, espectroscopia; C, tractografia; e D, angiografia.

IMAGEM DE RM

As imagens de RM são descritas de acordo com a intensidade do sinal encontrada nos diversos tipos de seqüências.

À semelhança de outros métodos de imagem, usa-se a terminologia **hipo, iso** ou **hiper** para descrever o aspecto encontrado.

Assim:

IMAGEM HIPOINTENSA. É uma imagem "mais escura" em relação ao tecido cerebral normal, por exemplo.

IMAGEM HIPERINTENSA. É uma imagem "brilhante", "branca".

AUSÊNCIA DE SINAL. É uma imagem "preta". Em geral corresponde a imagens calcificadas, ou cortical óssea, ou, ainda, a vasos com fluxo rápido.

SINAL INTERMEDIÁRIO. São imagens cuja característica de sinal não se adequa às descrições anteriores, em geral correspondendo a partes moles. Exemplos: músculo, cartilagem hialina, encéfalo.

Os tecidos ou lesões podem apresentar características de sinal diferentes, de acordo com o tipo de seqüência utilizado.

Tecidos com T1 curto dão imagens hiperintensas. Exemplos: gordura, hemorragia subaguda, melanina, líquidos protéicos, impregnação pelo gadolínio.

T1 longo: imagens com hipossinal. Exemplos: calcificação, fluxo rápido, água, hematoma agudo, hemossiderina, fibrose, osso cortical, liquor.

T2 curto: imagens com hipossinal. Exemplos: calcificação, fluxo, hematoma agudo, hemossiderina, fibrose, osso cortical.

T2 longo: imagens com hipersinal. Exemplos: água, liquor, hemorragia subaguda (meta-hemoglobina), fluidos estáticos, disco intervertebral normal.

A RM apresenta diversas vantagens sobre outros métodos de imagem, sobretudo em relação à tomografia computadorizada, pois, além de ter capacidade multiplanar (obtenção de imagens em diversos planos sem mobilizar o paciente), apresenta excelente resolução espacial e de contraste e não utiliza radiação ionizante.

CONTRASTE

O meio de contraste utilizado (paramagnético – **gadolínio**) praticamente não tem contra-indicação, não apresentando as reações adversas comuns quando se usa o iodo (Fig. 4.4A e B).

No entanto, como em todo método, a imagem de RM sofre influência de diversos fatores:

- Força do campo magnético
- Ondas de estimulação de RF
- Densidade dos prótons deceduais
- Fluxo vascular
- Substâncias paramagnéticas
- Tempo de relaxamento (T1 e T2)
- Seqüências de pulso utilizadas.

O estudo pela RM está indicado nas doenças do neuroeixo, doenças osteoarticulares, doenças vasculares e cardíacas, no estudo das vias biliares e abdome, no estudo da pelve e mama, além da avaliação da extensão e recidiva tumorais. A RM está indicada na avaliação clínica de intercorrências durante a gravidez, bem como na investigação diagnóstica de pacientes com antecedentes alérgicos ao iodo.

São contra-indicações relativas o uso de próteses ortopédicas metálicas (placas e parafusos, bem como de fios de osteossíntese), o estado alterado de consciência do paciente, tornando-o agitado, e a necessidade do acompanhamento com equipamentos ferromagnéticos de suporte à vida, como respiradores e bombas infusoras.

As contra-indicações absolutas são o uso de marca-passo cardíaco, corpo estranho metálico intra-ocular, implantes metálicos (p. ex., auditivo), válvulas cardíacas metálicas, cliques de aneurismas ferromagnéticos e fragmentos metálicos em contato com vasos.

O fundamental para um bom exame de RM é a correlação clínico-radiológica. Estando o médico radiologista ciente do quadro clínico do paciente e da suspeita diagnóstica do médico assistente, poderá orientar melhor o exame, optando pelo melhor tipo de seqüência a ser utilizada para a elucidação ou confirmação do diagnóstico (Fig. 4.5A, B, C e D).

Estudo Radiológico do Tórax

Edson Marchiori
Felipe von Ranke
Flávio Azeredo
Gláucia Zanetti

O estudo radiológico do tórax é largamente utilizado e recomendado devido a sua importância no diagnóstico das doenças pulmonares, pleurais, mediastinais e do arcabouço ósseo. A boa relação custo/benefício o torna o exame mais utilizado em muitos departamentos. A radiografia do tórax serve também para futuras comparações com exames subsequentes, ao fornecer dados sobre a evolução da doença. Embora a radiografia de tórax não substitua a boa história clínica e o minucioso exame físico, ela pode demonstrar lesões não identificadas ao exame clínico ou em pacientes assintomáticos.

INCIDÊNCIAS

Rotina Mínima: Póstero-anterior (PA) e Perfil

A rotina mínima para avaliação do tórax consiste na incidência em póstero-anterior (PA) (Fig. 5.1A) em conjunto com a incidência em perfil esquerdo (Fig. 5.1B), ambas realizadas em posição ortostática.

A incidência em póstero-anterior é assim denominada porque o feixe de raios X atravessa o paciente entrando pelo

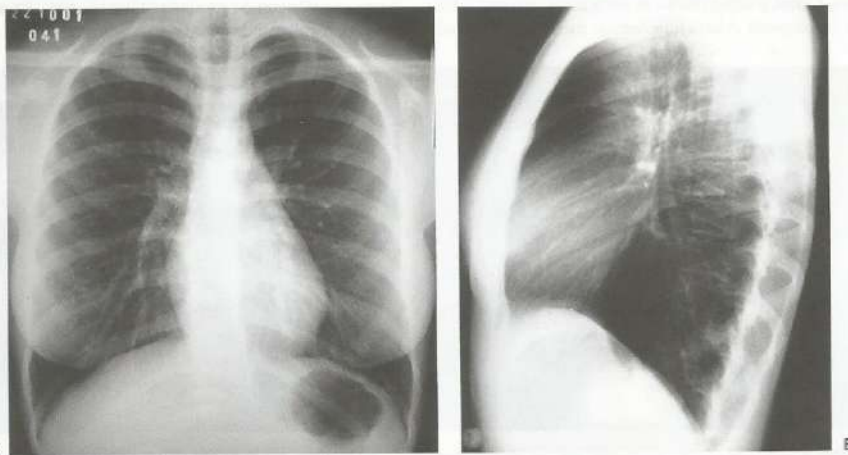


Fig. 5.1 A e B. Radiografias do tórax em póstero-anterior (A) e perfil (B). Exame radiológico normal.

dorso, estando o filme localizado em relação com a região anterior do tórax. Desta forma, o filme encontra-se mais próximo do coração e a imagem cardíaca torna-se mais fiel, já que ocorre menos divergência do feixe de raios X. Para evitar distorções da imagem, algumas regras precisam ser respeitadas, tais como: (1) o tórax do paciente deve estar o mais próximo possível do filme; (2) a distância da ampola de raios X (foco/filme) deve seguir o padrão de 1,80 m; (3) a radiografia deve ser obtida em apnéia inspiratória máxima.

Em pacientes muito debilitados e, portanto, impossibilitados de realizar a incidência em PA, pode-se realizar a incidência em AP, no leito. O dorso do paciente estará mais próximo do filme. Neste caso, o observador deve estar atento para as distorções que podem ocorrer, tais como aumento da imagem cardíaca e horizontalização das costelas.

A incidência em perfil irá receber o nome do lado que está em contato com o filme. Na rotina mínima do tórax tem-se como padrão o perfil esquerdo, ficando o coração mais próximo do filme, minimizando as distorções de sua imagem. O perfil direito pode ser solicitado caso haja necessidade de avaliar uma lesão encontrada do lado direito.

Por que é realizada a incidência em perfil?

Para que possam ser avaliadas as chamadas zonas mudas do PA, ou seja, regiões torácicas que não são visíveis no PA. São elas: região retroesternal, região retrocardíaca, seios costofrênicos posteriores e regiões localizadas atrás das costelas. Sua importância está, também, na capacidade de auxiliar a localização no sentido ântero-posterior de certas lesões, uma vez que a incidência em PA não permite a percepção de profundidade. Por exemplo, nódulo localizado lateralmente ao coração: está no lobo inferior ou no lobo médio? O perfil irá esclarecer, na maioria das vezes.

Desta forma, o estudo do tórax em apenas uma incidência (PA) é incompleto. Ainda hoje vemos médicos solicitando

"raio X de tórax em PA", ou "radiografia dos pulmões", ou, ainda, "radiografia dos campos pleuropulmonares". Esse tipo de requisição subentende apenas uma incidência. O pedido correto deve ser: "radiografias do tórax em PA e perfil".

Em condições especiais outras incidências complementares podem ser realizadas, com indicações específicas. São elas:

Âpico-lordótica

A radiografia é adquirida no sentido ântero-posterior (AP), inclinando-se o paciente para trás (lordose), sobre o suporte da chapa, onde se encontra o filme. Em pacientes impossibilitados de adotar a postura lordótica, pode-se fazer uma AP ereta, angulando-se o feixe de raios X cefalicamente cerca de 15 a 30 graus. Esta incidência é utilizada quando existe necessidade de avaliar os lobos superiores, médio e língula, evitando a superposição com estruturas ósseas do tórax superior, como a clavícula e as primeiras costelas (Fig. 5.2).

Decúbito Lateral com Raios Horizontais (Incidência de Laurel)

Esta incidência é feita com o paciente em decúbito lateral, ou seja, o seu flanco estará em contato com a mesa. O feixe de raios X irá penetrar em direção paralela à mesa, estando o filme perpendicular a ela. Serve para identificar pequenos derrames pleurais não localizados nas incidências em PA e perfil, auxiliando a diferenciação desta lesão em relação a um espessamento pleural (processo antigo). O lado suspeito deverá estar em contato com a mesa, permitindo que o líquido "corra" para a parede lateral do hemitórax. Com a modificação da posição do paciente, o líquido também muda de posição, confirmando-se, assim, o derrame, já que o espes-

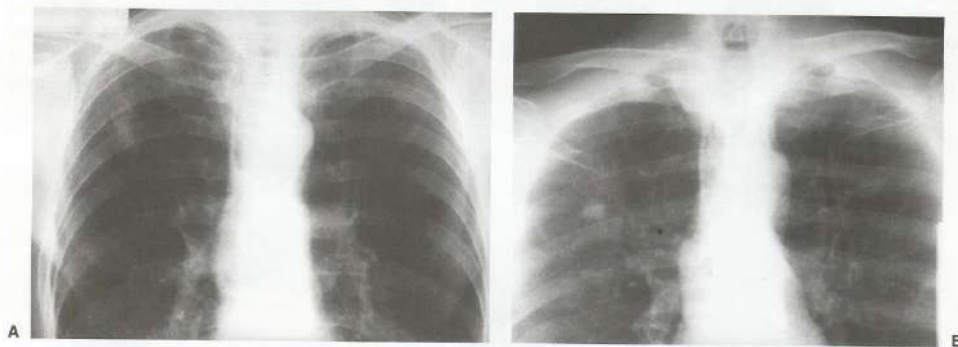


Fig. 5.2 Em A, radiografia em PA mostrando pequena opacidade no lobo superior direito. Em B, incidência em lordótica, definindo melhor a imagem nodular.

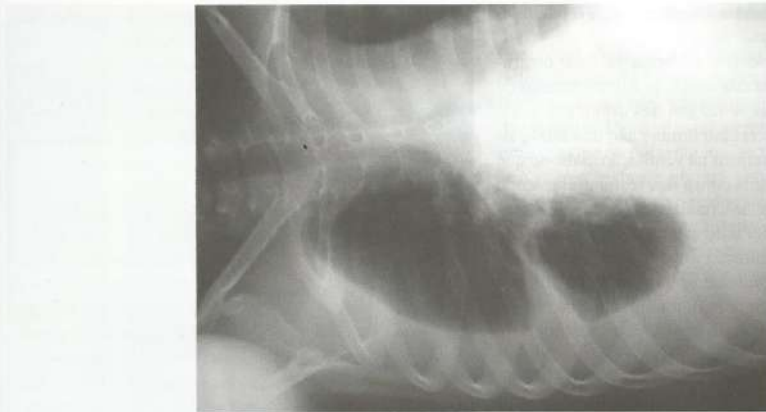


Fig. 5.3 Radiografia feita em decúbito lateral direito com raios horizontais (incidência de Laurell), mostrando volumoso derrame pleural direito.

samento é fixo (Fig. 5.3). Outra indicação é a visualização da mobilidade do conteúdo de uma cavidade (p. ex., o aspergiloma ou bola fúngica, que é uma bola de fungos móvel dentro de uma cavidade antiga, em geral tuberculosa).

Radiografias em Inspiração e Expiração

Radiografias obtidas em inspiração e expiração máximas auxiliam o estudo de:

- Aprisionamento aéreo.
- Mobilidade dos diafragmas.
- Expansibilidade pulmonar.

Em condições normais, utilizando-se esta técnica é observada uma diferença de cerca de 5 a 10 cm na altura dos diafragmas. Pode-se, com este estudo, fazer o diagnóstico de paralisias deste músculo, de processos que reduzem a elasticidade pulmonar (enfisema, fibrose pulmonar etc.) e avaliar a presença de pequenos pneumotóraces (ar na cavidade pleural). Nas radiografias expiradas os pneumotóraces aparecem com muito mais nitidez, pois o pulmão na expiração está menos aerado e, portanto, mais denso, aumentando seu contraste com o ar (Fig. 5.4). Além disso, a maior nitidez ocorre pelo fato de a redução do volume pulmonar na expiração aumentar, de forma relativa, o volume do pneumotórax. Ora, se o diafragma sobe e o pulmão

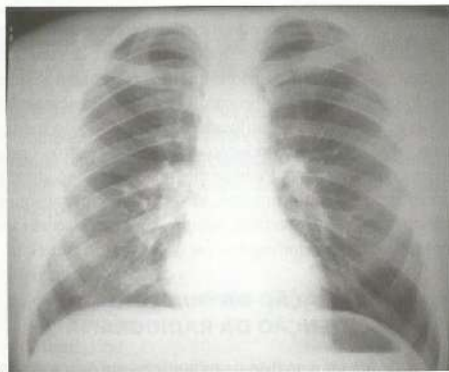


Fig. 5.4 Radiografias do tórax obtidas em inspiração (A) e expiração (B), evidenciando em B pneumotórax à direita, não identificado na fase inspiratória.

reduz de volume, obviamente irá parecer que o pneumotórax ocupa maior espaço.

Uma outra indicação seria o enfisema valvular obstrutivo, causado, na maioria das vezes, por um processo de obstrução brônquica. Este se faz em três diferentes fases: 1.ª fase — a lesão (em geral um tumor) não tem ainda tamanho suficiente para interferir na ventilação. Sabe-se que o calibre dos brônquios varia com a fase respiratória, sendo mais calibrosos na inspiração e reduzindo seu calibre na expiração; 2.ª fase — o tumor atinge tamanho suficiente para obstruir o brônquio na expiração, em que o calibre é menor, mas ainda permite a entrada de ar na inspiração (calibre maior); 3.ª fase — o tumor obstrui totalmente o brônquio, levando a uma atelectasia. Então, na 2.ª fase, a radiografia em expiração possui muita importância, porque mostrará uma zona do parênquima onde o ar entrará normalmente na inspiração (calibre maior), mas não sairá na expiração (calibre menor), ficando, assim, retido. Na radiografia em expiração poderá ser identificada uma zona hiperacrada, contrastando-se com o restante do parênquima que estará pouco aerado (enfisema valvular obstrutivo).

Radiografias Penetradas

Radiografias penetradas são obtidas com o uso de uma quilovoltagem maior do que a habitual. Usa-se, em geral, de 10 a 20 kV acima da quilovoltagem da radiografia de rotina.

Esta radiografia "mais queimada" é útil na identificação das estruturas mediastinais e na tentativa de visibilização de estruturas através de opacidades, como, por exemplo, o estudo dos arcos costais na presença de derrame pleural ou de massa adjacente à parede.

Obliquas

Incidências oblíquas são realizadas angulando-se o paciente em relação ao PA ou perfil. No tórax, sua indicação principal é dissociar imagens encontradas no PA e perfil de planos vizinhos. Não há uma obliquidade preestabelecida para este estudo. Deve ser feita a angulação suficiente para dissociar-se a estrutura em questão. É também muito útil nos casos de traumatismos torácicos, para avaliação da integridade das costelas.

Esôfago Contrastado

O esôfago, em condições normais, não é visualizado, por ter densidade de partes moles, e, conseqüentemente, não contrastar com as outras estruturas mediastinais que, à exceção da traquéia, têm todas a mesma densidade. Quando se ingere um meio de contraste (bário e, em casos excepcionais, iodo), podemos ver um molde interno desse ór-

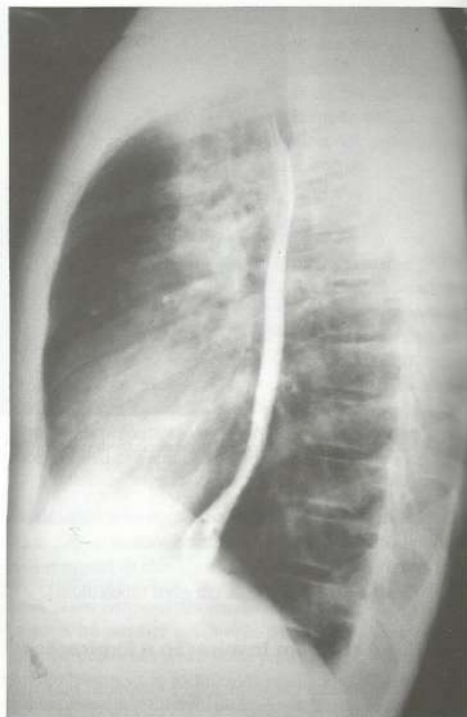


Fig. 5.5 Incidência em perfil com o esôfago opacificado, mostrando o órgão de topografia e calibre normais.

gão, estudando-se, então, suas relações com as estruturas adjacentes (Fig. 5.5).

Radiografias do tórax com esôfago contrastado são extremamente úteis para o estudo do coração, devido a sua íntima relação com o átrio esquerdo, como será visto no capítulo sobre o aparelho cardiovascular. Basicamente o esôfago contrastado é utilizado para o estudo do mediastino, observando-se a relação dele com os outros órgãos deste compartimento. Pode-se diagnosticar não só afecções do próprio esôfago (tumores, divertículos, megaesôfago, varizes etc.) como, também, compressões extrínsecas (átrio esquerdo, linfonodomegalias etc.).

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE OBTENÇÃO DA RADIOGRAFIA

Antes de iniciar a análise da radiografia em busca de alterações, alguns parâmetros devem ser observados de forma a avaliar a qualidade das radiografias do tórax:

➤ A identificação da radiografia (data e códigos), por convenção, encontra-se à direita do paciente (esquerda do observador), orientando o posicionamento no negatoscópio. Obviamente o posicionamento cardíaco (à direita do observador) também serve de orientação nesse sentido, porém, é preciso lembrar que existem casos de *situs inversus totalis*, nos quais há inversão total da topografia dos órgãos.

➤ Rotação: o posicionamento inadequado do paciente pode levar à rotação da imagem radiográfica e, caso isto ocorra, podem ocorrer falhas de interpretação. Por exemplo, uma radiografia com posicionamento rodado pode simular aumento cardíaco. A rotação é avaliada da seguinte forma: as extremidades mediais das clavículas devem apresentar-se equidistantes aos processos espinhosos vertebrais.

➤ Penetração: quando a penetração do feixe de raios X é adequada, não se observa a coluna torácica retrocardíaca no PA. Na radiografia em perfil, devemos observar o gradiente de densidade da coluna vertebral, que vai de hipotransparente superiormente (devido à superposição de estruturas mediastinais, como os grandes vasos) a hiperttransparente inferiormente.

➤ Fase respiratória: a radiografia deve ser realizada no final da fase inspiratória (momento de inspiração máxima). É solicitado que o paciente encha o peito de ar e, posteriormente, prenda a respiração (apnéia). Desta forma, as hemicúpulas frênicas localizam-se entre o 10.º e 11.º arcos costais posteriores. Caso a radiografia seja obtida na fase expiratória há possibilidade de erro diagnóstico. O coração irá parecer aumentado de tamanho em função da subida do diafragma. O pulmão, com menos ar, irá encontrar-se mais denso.

➤ Centralização: devem ser incluídas na radiografia de tórax a região cervical inferior, a porção proximal dos úmeros e o abdome superior.

ROTEIRO PARA ANÁLISE DA RADIOGRAFIA DE TÓRAX

A análise da radiografia deve ser realizada de fora para dentro, comparando-se um hemitórax com o outro. É de fundamental importância a realização de um roteiro de análise para que alterações não passem despercebidas. Sugestão de roteiro de análise:

1. Partes moles.
2. Esqueleto torácico.
3. Abdome superior, cúpulas diafragmáticas e seios costofrênicos.
4. Mediastino.
5. Hilos pulmonares.
6. Pleura.
7. Pulmões.

Partes Moles

Podem ser observadas as mamas, em alguns casos os mamilos, o músculo esternocleidomastóideo, as dobras axilares, as fossas supraclaviculares e a linha companheira da clavícula. Deve-se estar atento às imagens das mamas, uma vez que na paciente mastectomizada unilateralmente a mama restante poderá simular hipotransparência. Além disso, por tratar-se de paciente com história patológica pregressa de carcinoma de mama, deve-se atentar às metástases pulmonares. Cuidado especial também deve ser dado à imagem dos mamilos, presente tanto em radiografias de homens como de mulheres, que podem simular nódulos nas bases. Nas partes moles podemos identificar calcificações patológicas (p. ex., linfonodos calcificados, cisticercose), presença de gás (abscesso, enfisema subcutâneo) e aumento de partes moles (p. ex., massa de tireóide).

Esqueleto Torácico

Observar as costelas, a coluna torácica, as escápulas, as clavículas, o esterno e a porção proximal dos úmeros. Estar atento à presença de fraturas, lesões esclerosantes ou osteoblásticas, que levam à formação de osso, aumentando sua densidade; ou, ainda, lesões líticas que, por estimularem a reabsorção óssea, constituem lesões com densidade diminuída.

As partes posteriores dos arcos costais têm aspecto mais denso, articulam-se à coluna vertebral e possuem concavidade inferior. As partes anteriores desaparecem na porção média ao juntarem-se às cartilagens costondrais, possuindo concavidade superior. As costelas devem ser avaliadas da seguinte forma: inicialmente os segmentos posteriores de 1 a 12, em seguida os anteriores e, finalmente, os laterais de um lado e em seguida do outro lado. A contagem das costelas deve ser feita pelas costelas posteriores, por serem mais densas aos raios X, totalizando 12. Em certas condições este número pode estar alterado como, por exemplo, na síndrome de Down (11 costelas). As costelas podem apresentar-se bifidas no arco anterior (costela de Lushka), também podendo ocorrer a união de arcos costais. A ocorrência de costelas cervicais pode levar à compressão da raiz neural. Fraturas de costelas superiores podem associar-se a lesões aórticas e de vasos braquiocefálicos; fraturas de costelas inferiores podem lesar órgãos abdominais. A ausência de costela pode indicar cirurgia prévia. Fraturas consolidadas de costela podem ser indicativas de maus tratos em crianças. Na artrite reumatóide pode ocorrer reabsorção da porção distal das clavículas. A coluna torácica e o esterno serão mais bem visualizados na incidência em perfil.

Abdome Superior, Hemicúpulas Diafragmáticas e Seios Costofrênicos

Em condições normais a hemicúpula frênica direita é mais alta do que a esquerda, em função da presença do fígado abaixo da primeira e do coração acima da última. As cúpulas frênicas são convexas e se inserem na parede torácica, formando os seios costofrênicos anterior, posterior e laterais. Os recessos pleurais justapostos ao coração são denominados seios cardiofrênicos. Os derrames pleurais, por força da gravidade, tendem a se acumular nos seios costofrênicos, especialmente no posterior. Uma das cúpulas diafragmáticas pode apresentar-se anormalmente alta tanto por redução do volume do pulmão como por paralisia do nervo frênico homolateral. A retificação das cúpulas ocorre em condições que levam a hiperinsuflação (p. ex., enfisema pulmonar). No perfil o hemidiafragma direito é visualizado inteiramente, pois contrasta com a hipertransparência pulmonar; já o esquerdo não pode ser visualizado em seu terço anterior devido à superposição de sua imagem com a do coração, que também tem densidade de partes moles. Na radiografia em posição ortostática observa-se a bolha gástrica, que nada mais é do que ar localizado no fundo gástrico. A distância entre a bolha gástrica e o pulmão deve ser menor do que 1 cm; o aumento desse espaço pode indicar doença gástrica (tumor de fundo gástrico com espessamento de parede) ou torácica (derrame pleural infra-pulmonar). No megaesôfago a bolha gástrica pode não ser observada. O borramento do contorno diafragmático, bem como o velamento dos seios costofrênicos e/ou cardiofrênicos, indicam presença de derrame pleural ou de doença parenquimatosa. Na avaliação do abdome superior deve-se observar as lojas hepática e esplênica, que têm densidade homogênea de partes moles. Presença de calcificações ou de coleções gasosas na "massa" desses órgãos é sinal de anormalidade. Hepatomegalia, esplenomegalia, cálculos biliares radiopacos e outras calcificações abdominais também podem ser observados. A presença de gás na região subdiafragmática pode traduzir pneumoperitônio (ar na cavidade peritoneal, com o típico sinal do "crescente infradiafragmático") ou, ainda, abscesso subfrênico.

Mediastino

Mediastino é a região anatômica compreendida entre os dois pulmões. É uma região de estudo radiológico convencional muito difícil, uma vez que compreende um número grande de estruturas (coração, vasos de base, traquéia, nervos, linfonodos, esôfago etc.), praticamente todas (exceto a traquéia, que contém ar) com a mesma densidade radiológica.

Assim, nas radiografias de rotina, são vistos apenas os limites externos desta região, contrastados com o parênquima pulmonar.

Para a melhor classificação topográfica de suas lesões, o mediastino pode ser dividido em compartimentos. Das várias divisões propostas pelos autores, a mais adotada é a seguinte: mediastino superior e mediastino inferior, o qual se divide em anterior, médio e posterior.

O superior se separa do inferior por uma linha imaginária, traçada da junção do manúbrio com o corpo esternal até o disco intervertebral de T4-T5.

Inferiormente, a face anterior do pericárdio separa o mediastino anterior do médio, linha esta que se prolonga pelo tronco vascular para o pescoço. O pericárdio posterior, continuando-se com a parede posterior da traquéia, separa o mediastino médio do posterior.

A goteira paravertebral, embora não faça parte do mediastino, é estudada junto com o mediastino posterior, pois suas massas têm o mesmo comportamento topográfico.

É também conveniente separar o mediastino superior em anterior e posterior, com a traquéia como divisora. O mediastino é assunto de um capítulo específico (Cap. 10).

✦ É importante saber que o contorno do mediastino normal em PA é dado pelas seguintes estruturas: à direita, o diafragma direito, inferiormente, e a veia cava, mais superiormente; à esquerda, crossa da aorta, superiormente, tronco da artéria pulmonar, no terço médio, e ventrículo esquerdo, inferiormente. Já no perfil, seu contorno anterior é dado pelo ventrículo direito, inferiormente, e pelos vasos da base no tórax, superiormente; o posterior, pelo esôfago e ramo descendente da aorta.

Hilos Pulmonares

Os hilos pulmonares são anatomicamente compostos pelas artérias pulmonares, brônquios e linfáticos. As veias pulmonares chegam ao coração em topografia mais baixa do que o hilo, num trajeto mais horizontalizado. Os brônquios nesta região não são vistos ao exame radiológico, e os linfonodos, a menos que aumentados de tamanho, também não aparecem. Assim, o que compõe a imagem radiológica do hilo normal, na verdade, são os ramos principais das artérias pulmonares. O hilo direito é um pouco mais alto do que o esquerdo. Aumento de volume dos hilos pode se dar tanto por dilatação das artérias pulmonares (hipertensão arterial pulmonar) quanto por linfonodomegalias.

Pleura

Os folhetos parietal e visceral da pleura não são visíveis em uma radiografia de tórax normal, já que suas imagens se misturam com a densidade de partes moles da parede torácica, mediastino e diafragma. Ocasionalmente, as cisternas pleurais podem estar visíveis na radiografia normal de tórax. Os folhetos pleurais são, porém, mais bem identificados quando o espaço entre eles é ocupado por algum material, seja ele ar:

como no pneumotórax, ou líquido, como no derrame pleural; neste último, pode até simular pneumonia, como ocorre quando a cissura horizontal está comprometida.

Existem duas cissuras principais à direita, a oblíqua e a horizontal, que dividem o pulmão em três lobos, superior, médio e inferior. À esquerda existe apenas uma, a oblíqua, que divide este pulmão em dois lobos, o superior e o inferior.

✦ Podem ocorrer variantes anatômicas e cissuras acessórias podem ser observadas, criando lobos acessórios, como é o caso do lobo da veia ázigo.

Pode, também, ocorrer ausência de cissuras, mas isto não implica alteração na segmentação pulmonar; estudos feitos em cadáveres demonstram que as cissuras em grande número são incompletas e, em menor escala, são inexistentes.

Pulmões

A análise dos pulmões é feita basicamente em busca de diferenças de transparência: áreas hipotransparentes (condensação ou opacidade) e áreas hipertransparentes. A imagem normal do pulmão é hipertransparente, com algumas estrias densas que são os vasos pulmonares. Estes podem

ser identificados até cerca de 1,5 cm das superfícies pleurais, exceto nos ápices, onde a distância pode ser de 3 cm da pleura. Na posição ereta, os vasos do lobo superior são visualizados com calibre menor do que aqueles das bases. Essa diferença de calibre reflete a distribuição do fluxo sanguíneo, maior na parte inferior dos pulmões. Além disso, o diâmetro ântero-posterior do tórax é maior inferiormente, de modo que há mais vasos superpostos nas bases, acentuando a diferença aparente de calibre e número de vasos entre essas duas regiões.

Anatomicamente, os pulmões são divididos em lobos e segmentos. A divisão lobar dos pulmões é dada por duas cissuras à direita (horizontal ou menor e oblíqua ou maior), formando os lobos superior, médio e inferior. À esquerda existe apenas a cissura oblíqua, delimitando os lobos superior e inferior. Torna-se importante que a topografia de cada segmento pulmonar seja exaustivamente revista nos livros básicos de anatomia.

É recomendado que o estudante compare os dois pulmões, a cada espaço intercostal, até que o tórax normal seja inteiramente familiar. O conhecimento dos padrões da normalidade e suas variações anatômicas possibilitará, então, o reconhecimento de alterações sugestivas de processos patológicos.

Padrões Básicos em Radiologia Torácica

Broncograma aéreo

Tecido intersticial subpleural
acometido → linhas B de
Kerley acima dos seios
estefrênicos (septos interlobu-
lares espessados)

Edson Marchiori
Maria Lúcia Santos
Flávio Azeredo
Gláucia Zanetti

PADRÃO ALVEOLAR

O padrão alveolar ou do espaço aéreo é caracterizado por opacidade homogênea, a qual pode variar, de acordo com a extensão, de pequena, subsegmentar até o acometimento de todo um pulmão. Ocorre pela ocupação do espaço aéreo por outras substâncias que não o ar: exsudato nas pneumonias; transudato nos edemas pulmonares; sangue nas hemorragias; células neoplásicas no caso de linfoma e outros tumores; e materiais estranhos no caso de aspiração (afogamento, aspiração de óleo mineral etc.).

Os poros de Kohn e canais de Lambert permitem a disseminação dessas substâncias para os alvéolos adjacentes. Essas comunicações alveolares não existem entre os lobos, já que estes são delimitados pelas cissuras lobares, impermeáveis. Com a progressão da ocupação, os espaços aéreos individuais acometidos se superpõem, podendo levar a uma densidade uniforme do lobo ou pulmão afetado (Fig. 6.1). Quando ocorre essa consolidação, os brônquios em seu interior podem tornar-se visíveis, sendo então observado o "broncograma aéreo", que indica acometimento do parênquima adjacente. O brônquio, preenchido com ar, que possui baixa densidade, se destaca em meio à consolidação, que possui densidade maior, de partes moles (Fig. 6.2).

PADRÃO INTERSTICIAL

O interstício pulmonar é todo o tecido conjuntivo de sustentação que mantém a arquitetura alveolar. Os vasos, brônquios e linfáticos situam-se no interstício que, didaticamente, pode ser dividido em: (1) tecido intersticial peribroncovascular (envolve vasos e brônquios); (2) tecido intersticial subpleural (aderente ao folheto visceral

da pleura); (3) tecido intersticial parenquimatoso (zona parenquimatosas).

No processo de infiltração intersticial peribroncovascular, radiologicamente ocorre: (1) borramento dos contornos brônquicos, vasculares e dos hilos pulmonares, por espessamento das bainhas destas estruturas; (2) aparecimento das linhas B de Kerley logo acima dos seios costofrênicos. As linhas B de Kerley são linhas horizontais densas, que medem 1,5 a 2 cm de comprimento, sendo mais bem visualizadas na parte inferior do pulmão, junto aos seios costofrênicos, correspondendo a septos interlobulares espessados (Fig. 6.3). O envolvimento peribroncovascular geralmente decorre de processos de evolução rápida, como falência cardíaca.

O espessamento do tecido subpleural pode traduzir-se por cissuras pulmonares e limites pleurais marcados.

Infiltrações intersticiais parenquimatosas podem aparecer na forma de padrão reticular (forma de rede ou trama), micronodular (forma de pequenos nódulos) e reticulonodular (ambas as formas) (Figs. 6.4 e 6.5).

As lesões reticulares têm inúmeras causas: viroses, colagenoses, paracoccidiodomicose, sarcoidose, asbestose etc. O padrão micronodular tem um número menor de causas: tuberculose, paracoccidiodomicose, histoplasmose, pneumonias virais ou por germes atípicos (p. ex., *Mycoplasma*), sarcoidose e silicose.

De maneira geral, no padrão intersticial, a aeração pulmonar é mantida e o processo pode ser localizado ou generalizado.

Vale ressaltar que combinações dos padrões alveolar e intersticial podem ocorrer, como pode ser observado no edema pulmonar e em determinadas pneumonias, como a causada pelo *Mycoplasma*.

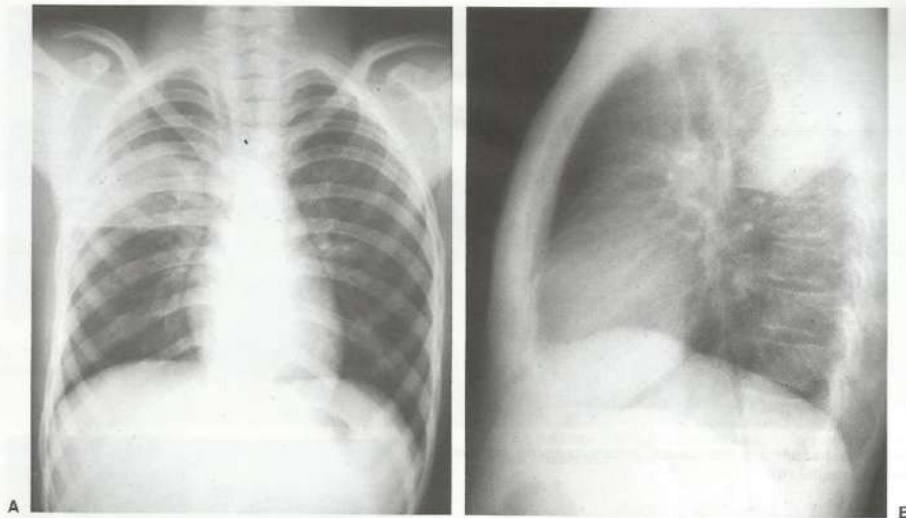


Fig. 6.1 Em A, incidência frontal (PA), pneumonia no lobo superior direito, com ocupação do espaço aéreo. Notar a cissura horizontal delimitando o processo. Em B, perfil demonstrando processo restrito ao segmento posterior do lobo superior do pulmão direito.



Fig. 6.2 Extensas consolidações pulmonares. Padrão de ocupação alveolar. Observar os broncogramas aéreos à esquerda.

Perda do contorno do parênquima pulmonar.

SINAL DA SILHUETA

Todas as linhas vistas nas radiografias (contornos) são dadas pelo contato entre duas densidades diferentes. Assim, o contorno cardíaco é visto pela diferença de densidade entre as partes moles do coração e o ar pulmonar. Uma lesão intratorácica que toca a borda do coração, aorta ou diafragma poderá obliterar essa borda na radiografia. Sempre que o

parênquima pulmonar adjacente a uma dessas estruturas sofre um processo patológico em que a densidade do ar é substituída pela de partes moles, aquele limite ou contorno é perdido. Essa perda de contorno é chamada de "sinal da silhueta" (Fig. 6.6). Assim, se uma lesão (p. ex., pneumonia) acomete o lobo médio, poderá borrar o contorno direito do coração. Outros exemplos:

- Segmentos basais: borram o contorno do diafragma.
- Língua: apaga o contorno cardíaco esquerdo.
- Segmento anterior do lobo superior direito: altera a aorta ascendente.
- Segmento ápico-posterior do lobo superior esquerdo: apaga o botão aórtico.

ATELECTASIA

A atelectasia é o estado de expansão incompleta de um pulmão ou parte dele com perda do volume pulmonar, colapso e redução ou ausência de ar nos alvéolos.

Constitui-se em uma lesão secundária, sendo, na realidade, uma consequência, e não a doença em si.

Etiologicamente, a atelectasia pode ser classificada da seguinte maneira:

- Atelectasia obstrutiva: por obstrução da luz brônquica, ocasionando a absorção do ar distalmente a esta obstrução.

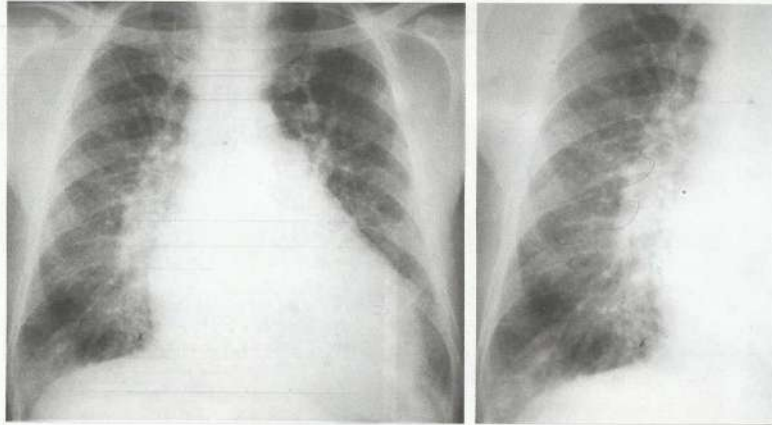


Fig. 6.3 Em A, paciente com insuficiência cardíaca congestiva, apresentando aumento da área cardíaca e edema intersticial. Observar as linhas de Kerley no detalhe (B).



Fig. 6.4 Infiltração nodular, padrão miliar (pequenos nódulos).
C. tuberculose, histoplasmose, leish.



Fig. 6.5 Infiltração reticular.

C. vira. idiopática, sarcoidose

- **Atelectasia por compressão:** ocorre por processo compressivo que impede a expansão pulmonar. Exemplos: pneumotórax, derrame pleural, herniação abdominal para o tórax e tumores extrapulmonares volumosos.
- **Atelectasia por déficit de movimentação do esqueleto torácico** ocasionada pela restrição de movimento devido à dor torácica. Exemplos: trauma, fratura de costela, dor pleurítica.
- **Atelectasia por deficiência de surfactante:** essa deficiência causa colapso alveolar. É encontrada na

síndrome da angústia respiratória do recém-nascido (membrana hialina), na síndrome do desconforto respiratório do adulto (SDRA), na embolia pulmonar e na pneumonite actínica.

Os achados radiográficos são: diminuição de volume do segmento, lobo ou pulmão afetado, com deslocamento de uma ou mais cissuras interlobares em direção à parte atelectasiada. Os brônquios também podem estar deslocados. A presença de "broncograma aéreo" é incomum (Figs. 6.7, 6.8 e 6.9).

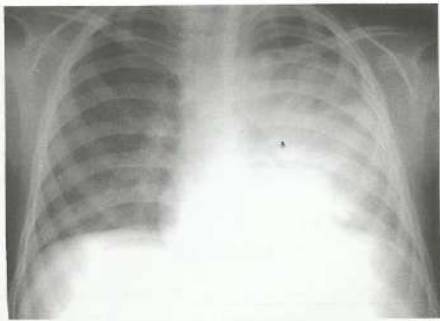


Fig. 6.6 Perda da definição do contorno cardíaco à esquerda devido a consolidação parenquimatosa (sinal da silhueta).

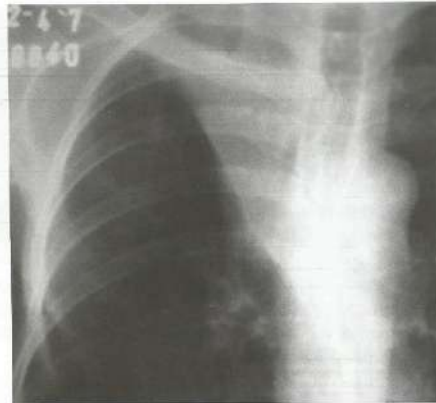


Fig. 6.8 Atelectasia do lobo superior direito com acentuado desvio da cissura horizontal.

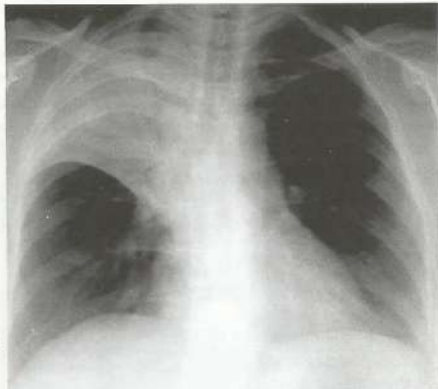


Fig. 6.7 Consolidação do lobo superior direito com componente atelectásico evidenciado por elevação da cissura horizontal. Observar também broncogramas aéreos.

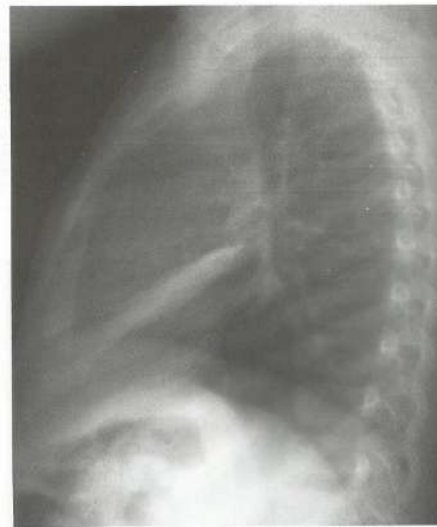


Fig. 6.9 Perfil do tórax. Atelectasia do lobo médio.

➤ Podem ocorrer também elevação do diafragma, desvio do mediastino para o lado envolvido, deslocamento hilar, estreitamento dos espaços intercostais e hiperinsuflação compensatória. São possíveis grandes variações na opacidade causadas pela atelectasia, dependendo da quantidade relativa de pulmão aerado, colabado e cheio de líquido. A opacidade pode ser completa e homogênea quando a atelectasia envolve todo um pulmão. Tanto brônquios quanto o parênquima podem ficar sem ar na atelectasia causada por obstrução. Geralmente, quando ocorre desvio mediastinal, ocorre também herniação do pulmão oposto através da linha média do tórax.

LINFONODOMEGALIAS

A linfonodomegalia mediastinal e/ou hilar pode estar presente em processos infecciosos, neoplásicos e de outras etiologias.

São causas de linfonodomegalia:

➤ **Infecciosas:** a disseminação linfática de doenças como tuberculose e histoplasmose pode acarretar aumento de tamanho dos linfonodos hilares e paratraqueais, reconhecidos radiograficamente como massas mediastinais e/ou hilares.

Este sinal pode ser mais proeminente do que o acometimento do parênquima. Esses linfonodos podem evoluir com calcificação. A tuberculose e a histoplasmose estão entre as causas infecciosas mais comuns de bronquite, que ocorre quando um linfonodo calcificado erode a parede brônquica, devido aos movimentos respiratórios, cardíacos ou de deglutição, originando um trajeto fistuloso entre o linfonodo e o brônquio, e permitindo que o seu conteúdo calcificado passe para o brônquio.

➤ **Tumorais:** quando ocorre disseminação metastática para o pulmão por via linfática pode haver linfonodomegalia, além de outros sinais. No caso de carcinoma broncogênico, o tumor primário pode ser visto no parênquima e estar associado a linfonodos hilares e mediastinais aumentados, indicando estágio avançado, não passível de ressecção. A linfonodomegalia pode ser o primeiro sinal de linfoma torácico.

➤ **Outras causas:** na silicose, uma doença ocupacional, é comum o acometimento de linfonodos torácicos, que podem, inclusive, apresentar calcificação. Às vezes, os linfonodos são delimitados por uma fina camada periférica de cálcio, o que é denominado "calcificação em casca de ovo". Obs.: dentre as causas

calcificação em casca de ovo → silicose

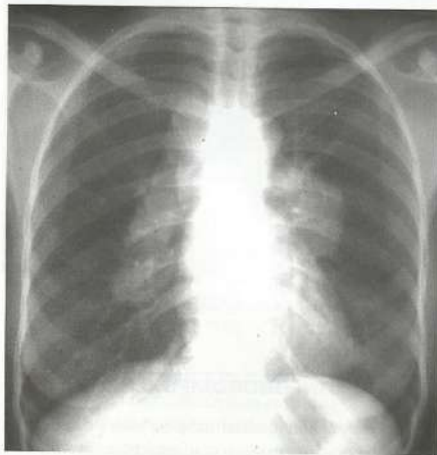


Fig. 6.10 Linfonodomegalias bilaterais e paratraqueal direita, por sarcoidose.

não-infecciosas de bronquite, a silicose é a mais freqüente.

Na sarcoidose, doença granulomatosa idiopática, pode haver linfonodomegalia hilar e paratraqueal, mesmo sem evidências de envolvimento do parênquima pulmonar (Fig. 6.10). Outras vezes, a linfonodomegalia acompanha o acometimento parenquimatoso, como infiltração intersticial reticulonodular.

NÓDULOS *até 3 cm*

O **nódulo pulmonar** é uma lesão arredondada ou ovalada, de limites parcialmente precisos, com menos de 3 cm de diâmetro. Podem ser classificados em **pequenos** (aqueles com diâmetro igual ou menor do que 1 cm) e **grandes nódulos** (quando medem entre 1 e 3 cm de diâmetro).

Nódulo Pulmonar Solitário

Cerca de 40% dos nódulos pulmonares solitários são **malignos**, sendo o restante, comumente, **granulomas** ou **tumores benignos**. Um nódulo deve ser avaliado quanto ao tamanho, forma e contorno, densidade, presença de calcificação ou escavação (Figs. 6.11 e 6.12). Diversos critérios são utilizados para a distinção entre nódulos benignos e malignos. Os mais efetivos nessa distinção são as características da calcificação (quando existente) e a presença de crescimento.

CRITÉRIOS DE BENIGNIDADE

- **Observação do tempo de duplicação:** pelo menos 2 anos sem crescimento.
- **Presença de gordura.**
- **Calcificações:** puntiformes (no centro); em alvo (em camadas concêntricas); em casca (na periferia do nódulo); difusa; em forma de pipoca.

Obs.: A presença de contorno regular não permite classificar o nódulo como benigno.

Quando um nódulo pulmonar tem mais de 2,5 cm de diâmetro, não contém cálcio e tem contorno espiculado, é suspeito de malignidade, tratando-se, provavelmente, de um carcinoma broncogênico.

Outras causas de nódulo pulmonar solitário são: **granulomas**, que ocorrem em doenças como tuberculose e histoplasmose; **abscessos pulmonares**; **metástase solitária**; e **tumores benignos**, como o hamartoma.

No pulmão, os tumores benignos são muito mais raros do que os malignos.

O **hamartoma** é o tumor pulmonar benigno mais comum. Pode conter cartilagem, músculo, tecido conectivo fibroso, tecido adiposo e elementos epiteliais. Sua característica é

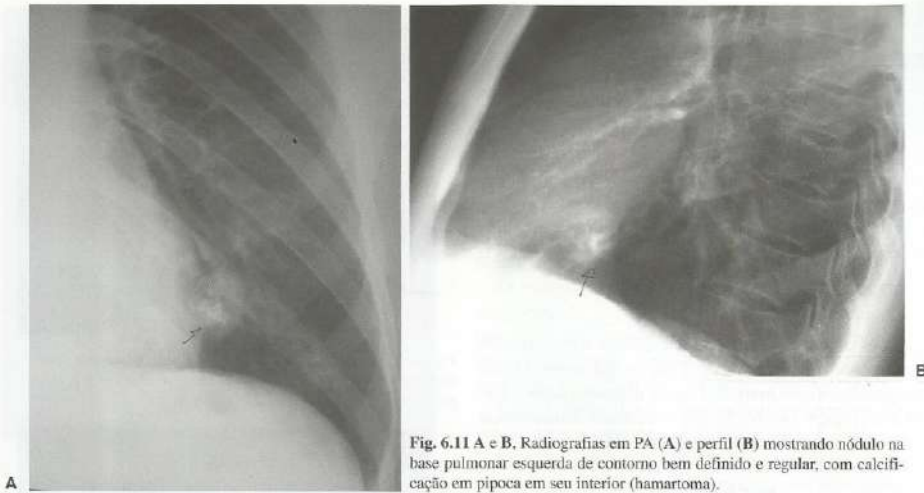


Fig. 6.11 A e B, Radiografias em PA (A) e perfil (B) mostrando nódulo na base pulmonar esquerda de contorno bem definido e regular, com calcificação em pipoca em seu interior (hamartoma).

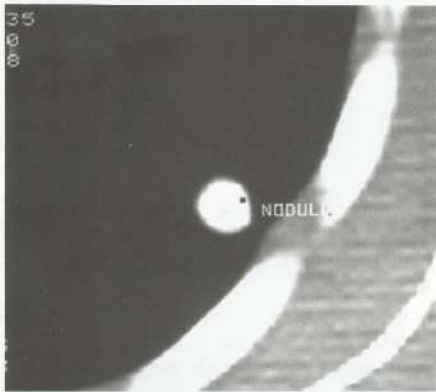


Fig. 6.12 Nódulo calcificado, de contornos bem definidos à tomografia computadorizada. Observar que a densidade é semelhante à do arco costal.

um nódulo pulmonar solitário, geralmente arredondado ou ovalado, bem circunscrito, podendo ser lobulado e apresentar calcificação em forma de pipoca.

Pequenos Nódulos Múltiplos

Algumas doenças, como tuberculose miliar, histoplasmose, pneumonias virais, silicose, sarcoidose e metástases hematogênicas, podem apresentar um padrão de pequenos

nódulos múltiplos (Fig. 6.4). Estes também devem ser analisados quanto ao tamanho, contorno, densidade, presença de calcificação etc.

Os nódulos podem ser intersticiais ou do espaço aéreo. Tal distinção nem sempre é fácil. É válido saber que nódulos do espaço aéreo tendem a confluir, ao contrário dos nódulos intersticiais.



Fig. 6.13 Metástases pulmonares. Padrão de grandes nódulos múltiplos, predominando nas metades inferiores dos pulmões.

Grandes Nódulos Múltiplos

A principal causa são as metástases hematogênicas. Quando ocorre disseminação metastática para o pulmão, geralmente se dá por via hematogênica. São mais frequentemente encontradas nas bases e periferia dos pulmões (Fig. 6.13). Podem apresentar-se como nódulo único (raramente) ou nódulos múltiplos, de diferentes tamanhos e densidades. Outras causas são embolia séptica, outras doenças infecciosas (tuberculose, histoplasmose, aspergilose), granulomatose de Wegener etc.

MASSAS

São lesões com as mesmas características atribuídas aos nódulos, porém, com mais de 3 cm de diâmetro. Massa parenquimatosa com mais de 4 cm de diâmetro sugere malignidade (Figs. 6.14 e 6.15). Em raros casos, hamartomas ou granulomas podem atingir esse tamanho.

ESCAVAÇÃO

Cavidades ocorrem quando uma área de necrose comunica-se com uma via respiratória púrvia, proporcionando drenagem. É importante analisar localização, limites, espessura da parede, seu conteúdo, presença de nível líquido e de lesões satélites. A incidência de Laurel pode elucidar a presença de líquido ou bola fúngica no interior da lesão.

Cavidades são comumente encontradas em doenças como tuberculose, histoplasmose, câncer e infecções estafilocócicas (Figs. 6.16 a 6.18).

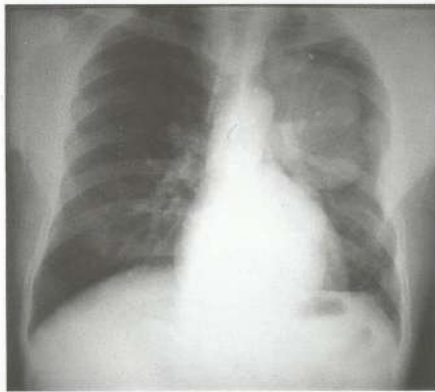


Fig. 6.14 Massa no terço superior do pulmão esquerdo; observar a destruição de arcos costais.

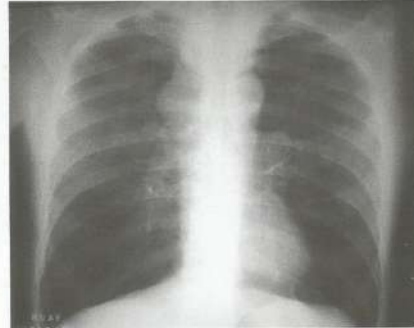


Fig. 6.15 Massas paratraqueais comprimindo a traquéia, acarretando diminuição de seu calibre. Observar também sinais de hiperinsuflação pulmonar.

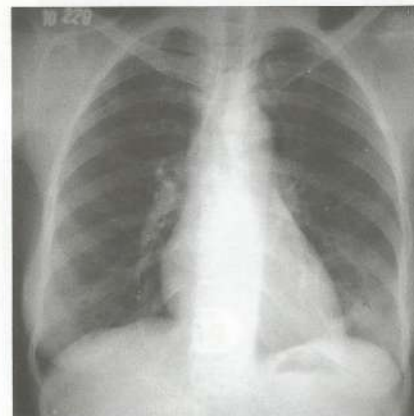


Fig. 6.16 Escavação em terço inferior do pulmão esquerdo com paredes finas, contorno nítido e regular.

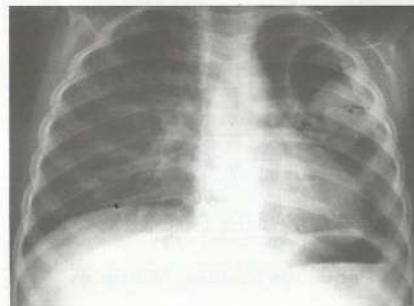


Fig. 6.17 Escavação em terço superior do pulmão esquerdo com bola fúngica em seu interior e sinal do menisco (ar em forma de crescente no espaço entre a parede fina da cavidade e a bola fúngica).

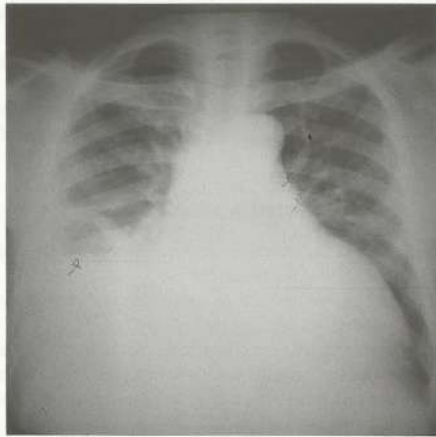


Fig. 6.18 Cavidade de parede espessa com nível líquido em seu interior, na base do pulmão direito (abscesso pulmonar). Observar aumento do volume cardíaco e inversão do padrão vascular pulmonar.

CALCIFICAÇÕES

Calcificações do parênquima pulmonar em geral indicam benignidade. Nódulos calcificados são, na maior parte das vezes, decorrentes de doença granulomatosa, como tuberculose e histoplasmose (Fig. 6.19), ou de tumores benignos,



Fig. 6.19 Nódulos de contornos regulares com calcificação no interior. No nódulo inferior a calcificação é em forma de alvo.

como o hamartoma, embora o carcinoma broncoepitelial possa também mostrar calcificação.

Após a cura da tuberculose primária, freqüentemente permanece um nódulo ou parte do parênquima calcificado, constituindo o único resíduo da doença. O nódulo calcificado do parênquima é denominado nódulo de Ghon, que se situa mais comumente nos lobos superiores. A combinação da opacidade primária do parênquima com calcificação dos linfonodos regionais é denominada "complexo de Ranke". O foco primário do parênquima pulmonar é geralmente único, mas pode ser múltiplo.

O hamartoma pode apresentar calcificações típicas, em forma de pipoca. Calcificação é uma característica incomum de tumores malignos do pulmão, porém, algumas metástases, como as de sarcomas ósseos, podem contê-la.

Calcificações linfonodais costumam ocorrer na tuberculose, histoplasmose, sarcoidose e silicose.

Espessamentos pleurais podem conter áreas irregulares de calcificação, cujas causas mais comuns são tuberculose e asbestose (Fig. 6.20).

A calcificação em partes moles é habitualmente encontrada na cisticercose, nos tumores e também em linfonodos calcificados.



Fig. 6.20 Extensa calcificação pleural. Seqüela de tuberculose.

ENFISEMA PULMONAR

O enfisema caracteriza-se por destruição dos espaços aéreos envolvidos na troca gasosa, comprometendo bronquíolos respiratórios, ductos alveolares e alvéolos.

Ocorre distensão permanente desses alvéolos, ruptura e coalescência de suas paredes, com destruição do leito capilar.

O tabagismo é o principal fator de risco para o desenvolvimento de enfisema pulmonar. Outros fatores são: exposições ocupacionais, poluição do ar ambiente e deficiência da enzima $\alpha 1$ -antitripsina.

São achados radiográficos (Fig. 6.21):

- Aumento variável do volume pulmonar.
- Redução da expansibilidade pulmonar.
- Rebaixamento e retificação do diafragma nas radiografias em PA, com obliteração dos ângulos costofrênicos.
- Achatamento ou concavidade do contorno do diafragma na radiografia em perfil do tórax, com ângulo esternodiafragmático de 90° ou mais.
- Hiperinsuflação pulmonar compensatória.
- Hipertransparência generalizada ou irregular, de acordo com a distribuição da destruição tecidual.
- Atenuação das marcas vasculares, diminuição do número e calibre dos vasos, além de vascularização periférica diminuída.
- Sinais de hipertensão arterial pulmonar.

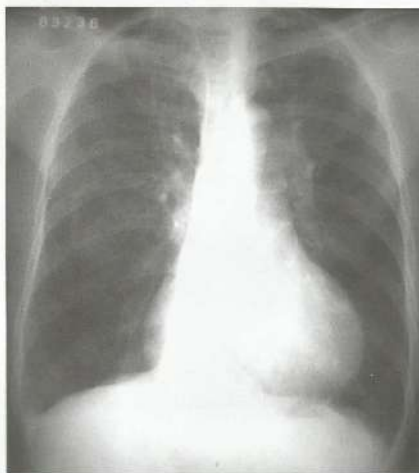


Fig. 6.21 Enfisema pulmonar. Hipertransparência acentuada nas bases pulmonares com hiperinsuflação e retificação da hemicúpula frênica direita.

- Formações bolhosas, que são pequenas áreas de paredes delgadas hipertransparentes, situadas junto à pleura visceral e aos septos interlobulares, mais frequentemente nos lobos superiores.
- Enfisema cicatricial: observa-se presença de bolhas de enfisema junto às áreas de fibrose da doença de base.

PNEUMOTÓRAX

O pneumotórax caracteriza-se pela presença de gás de qualquer origem no espaço pleural.

Pode ser espontâneo, ou de natureza traumática, hipertensivo ou não.

O espontâneo pode ser primário, isto é, sem causa identificável, frequentemente decorrente de ruptura de bolha intrapleural, ou ser secundário, com acometimento do parênquima pulmonar subjacente.

O pneumotórax hipertensivo é uma emergência médica. Ocorre devido ao vazamento de ar por ruptura da pleura, com mecanismo valvular unidirecional. Assim, o ar penetra no espaço pleural e não sai, acumulando-se e causando colapso completo do pulmão, desvio do mediastino para o lado oposto e depressão diafragmática. Quando de grande volume, pode levar à compressão de grandes vasos e causar choque por baixo débito. Quando atinge 1/3 do hemitórax, torna-se necessária a drenagem de emergência para evitar a compressão de grandes vasos.

Os traumatismos penetrantes ou não-penetrantes são a causa da maioria dos pneumotórax traumáticos, embora causas iatrogênicas também estejam relacionadas. Outra possível causa de pneumotórax é a fistula broncopleural, cuja etiologia mais freqüente é a tuberculose. O rompimento de lesão subpleural pela tuberculose pode levar a empiema e pneumotórax que, persistindo por longo tempo, pode levar a espessamento pleural.

São achados radiográficos:

- Presença de espaço aéreo radiotransparente separando as pleuras parietal e visceral. Os vasos estendem-se até a margem da pleura visceral, mas não além dela (Fig. 6.22).
- A radiografia de tórax em expiração é importante. Nesta incidência há aumento relativo na área do tórax ocupada pelo pneumotórax com aumento do contraste entre o ar hipertransparente e o pulmão adjacente mais denso, o que aumenta a sensibilidade do exame.
- Pode aparecer associado a líquido (hidropneumotórax), sendo possível, na maioria das vezes, visualizar a presença de nível (Fig. 6.23).
- No pneumotórax hipertensivo ocorre o desvio do mediastino para o lado oposto (Fig. 6.24).

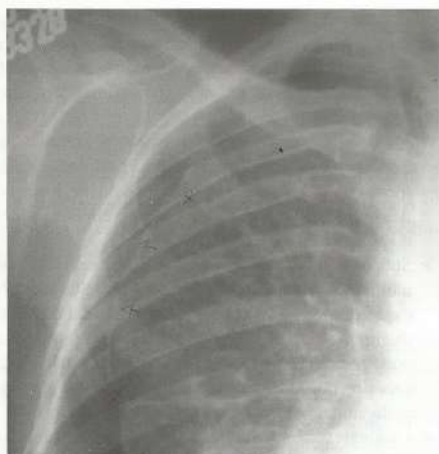


Fig. 6.22 Pneumotórax à direita. Observar linha marginal à parede torácica lateral (pleura visceral) delimitando ar e parênquima pulmonar. Lateralmente a esta linha não é possível visualizar a trama vascular periférica.

DERRAME PLEURAL

Os derrames pleurais constituem a manifestação mais comum de doença pleural. Podem ser causados por um dos seguintes mecanismos: (1) aumento da pressão hidrostática capilar; (2)

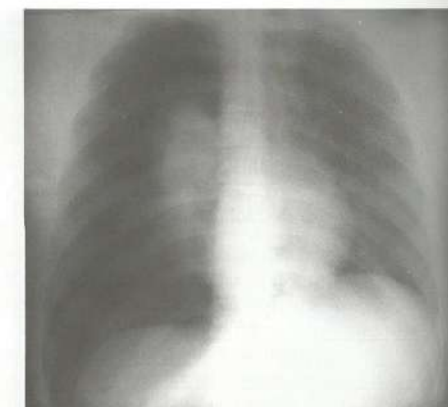


Fig. 6.24 Pneumotórax hipertensivo à direita com desvio mediastinal contralateral.

diminuição da pressão coloidosmótica capilar; (3) aumento da permeabilidade microvascular; (4) dificuldade de drenagem linfática pleural; (5) diminuição da pressão na superfície pleural; (6) passagem transdiafragmática de líquido peritoneal.

A análise do líquido pleural possibilita classificá-lo em transudato ou exsudato.

- **Transudato:** a pleura está normal e o derrame é causado por outras afecções, como insuficiência cardíaca.

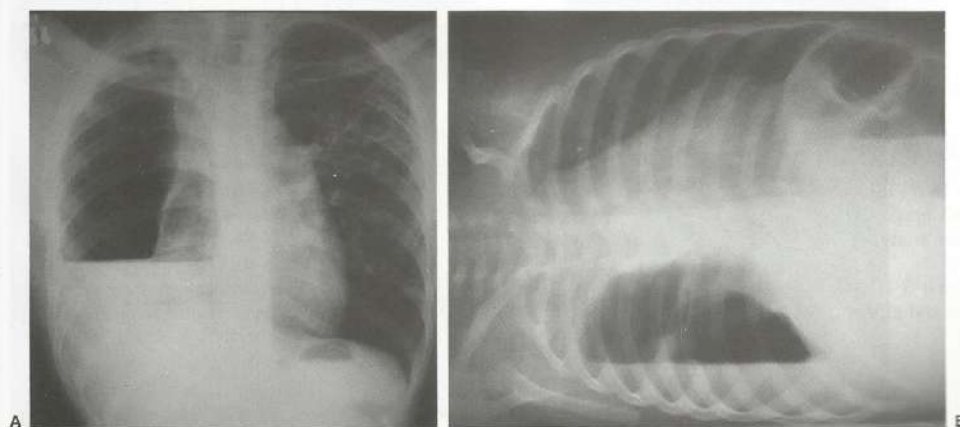


Fig. 6.23 A, Hidropneumotórax à direita, com colapso do parênquima pulmonar e nível líquido; B, incidência de Laurell (decúbito lateral com raios horizontais). O líquido "corre" livremente.

ca congestiva, cirrose hepática, síndrome nefrótica etc. Pelo fato de essas doenças serem sistêmicas, o derrame pleural transudativo costuma ser bilateral.

- **Exsudato:** revela alteração da superfície pleural com aumento da permeabilidade ou diminuição da drenagem linfática em consequência de uma inflamação ou condição maligna. Neste caso é necessário prosseguir a investigação com outros procedimentos para elucidar a causa subjacente.

São achados radiográficos: em condições normais existem cerca de 10 a 15 ml de líquido entre as pleuras parietal e visceral. O líquido primeiramente acumula-se por gravidade no seio costofrênico posterior (Fig. 6.25). Desse modo, pequenos derrames podem ser vistos apenas na incidência de perfil ou, ainda, em decúbito lateral com raios horizontais (Laurell). Nesta última incidência torna-se possível detectar derrames pleurais de volumes tão pequenos quanto 50 ml de líquido. Na radiografia de tórax em PA é necessário um acúmulo de pelo menos 200 ml de líquido pleural para causar velamento dos seios costofrênicos laterais, sendo que, às vezes, 300 ml de líquido pleural podem não causar velamento desses seios. Grandes derrames pleurais podem passar despercebidos em uma radiografia de tórax em AP em decúbito dorsal, pois o líquido espalha-se pelas regiões posteriores, podendo não ser visualizado.

Os derrames podem ser:

- **Livres:** causam geralmente opacidades delimitadas internamente por uma linha curva (sinal da "parábola de Damoiseau")

livres: sinal da parábola de Damoiseau



Fig. 6.25 Derrame pleural obliterando o seio costofrênico posterior.

"bola de Damoiseau") (Fig. 6.26), apagamento dos seios costofrênicos, borramento do contorno do diafragma. Grandes derrames podem causar velamento total do hemitórax, com desvio do mediastino para o lado oposto.

- **Interlobares:** resultam do acúmulo de líquido nas cissuras, sendo mais freqüentes na horizontal. Assumem caracteristicamente uma opacidade homogênea de forma biconvexa, esférica ou elíptica, afinando-se em suas extremidades.
- **Subpulmonares:** podem passar despercebidos, pois moldam-se à superfície diafragmática. Sua identificação deve ser feita pela presença do sinal do hemidiafragma elevado. Quando bilaterais, o diagnóstico pode ser difícil. A medida da distância entre a face superior do diafragma esquerdo e a bolha gástrica pode ajudar (não deve ser maior do que 1 cm).
- **Laminares:** são pequenos e podem ser confundidos com espessamento pleural residual. Neste caso, a incidência de Laurell pode ser útil, visto que o líquido "correrá" devido à força da gravidade.
- **Loculados:** são acúmulos de líquido pleural nas cissuras ou entre as camadas parietal e visceral da pleura quando estas se encontram parcialmente aderidas. Neste caso, geralmente são necessários outros métodos para o diagnóstico, como ultra-sonografia ou tomografia computadorizada.
- Outros sinais geralmente encontrados são: opacidade indistinta em um hemitórax com preservação da

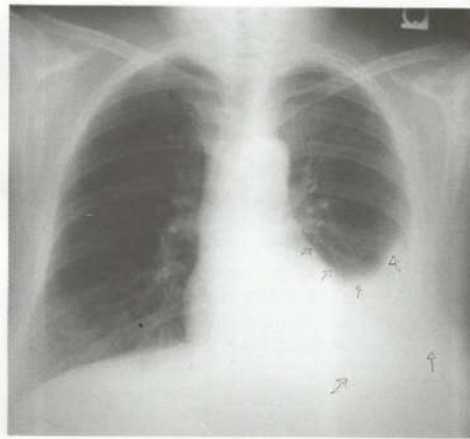


Fig. 6.26 Derrame pleural à esquerda com obliteração do seio costofrênico e imagem parabólica típica (parábola de Damoiseau).

trama vascular, silhueta do diafragma de difícil distinção, espessamento de cissuras e alargamento de tecidos moles parietais.

- **Empiema pleural** é o acúmulo de líquido denso, espesso e purulento no espaço pleural. Esse material pode ser imóvel ou mover-se minimamente com o decúbito.

O derrame pleural pode ser estudado também pela ultrassonografia que, inclusive, é útil para orientar o procedimento de punção/drenagem.

Hemotórax

O hemotórax ocorre comumente como consequência de traumatismo; outras causas menos freqüentes são coagulopatias, doenças vasculares e iatrogenia.

A radiografia de tórax mostra, geralmente, um derrame pleural sem características típicas. Loculações e corpos de fibrina formam-se pela coagulação do sangue no espaço pleural. Tais massas de fibrina são geralmente solitárias, ovais ou esféricas, homogêneas, bem circunscritas e localizadas nas bases pulmonares, medindo, na maioria das vezes, menos de 4 cm de diâmetro. A drenagem pleural é necessária para evitar espessamento pleural (fibrotórax). O paquípleuris é uma lesão residual, determinada pelo espessamento fibroso dos folhetos parietal e visceral. Pode ser seguido de calcificação (paquípleuris calcificado).

Paquípleuris → espessamento fibroso dos folhetos pleurais

HEMITÓRAX OPACO

Denomina-se sindromicamente hemitórax opaco o velamento de um hemitórax. Uma série de afecções pode ocasioná-lo e, para o diagnóstico diferencial, torna-se importante avaliar o volume do hemitórax lesado. Algumas causas aumentam este volume, outras o mantêm e outras, ainda, o reduzem.

São causas de hemitórax opaco com **REDUÇÃO** volumétrica:

- **Atelectasia total.** Obstrução do brônquio principal. Mais comumente causada por tumor ou corpo estranho (Fig. 6.27).
- **Pneumectomia** (retirada cirúrgica do pulmão). Procurar sinais de toracoplastia.
- **Agenesia de pulmão.** O pulmão contralateral é vicariante.

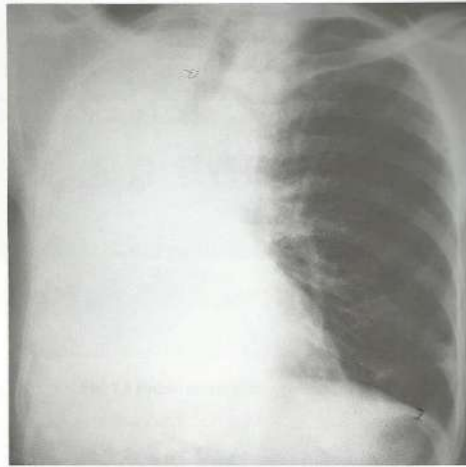


Fig. 6.27 Hemitórax opaco à direita com redução de volume (atelectasia). *dentro do hemitórax opaco o mesmo lado do pedo do pulmão, ou seja, a causa de hemitórax, no lado o outro lado*

- **Pulmão destruído** por processo inflamatório (p. ex., tuberculose). Pesquisar história de doença inflamatória crônica.

Obs.: Embora os outros sinais de redução volumétrica sejam válidos (aproximação dos arcos costais, elevação da hemidípula frênica etc.), o principal sinal é a posição do mediastino.

São causas de hemitórax opaco com **AUMENTO** de volume:

- **Volumoso derrame pleural.** É a grande causa.
- **Tumor ocupando todo o hemitórax.** Raro. Quando acontece, é geralmente em crianças.

São causas de hemitórax opaco com volume **MANTIDO**:

- **Associação de atelectasia com derrame pleural.** Deve tratar-se de um câncer brônquico. É a causa mais comum.
- **Pneumonia acometendo todo o pulmão.** É pouco freqüente. Quando acontece, em geral tem broncograma aéreo.

↳ brônquios tornam-se visíveis em caso atelectasia

Padrões Básicos na Tomografia de Alta Resolução

Edson Marchiori
Rosana Rodrigues
Alberto Vianna
Gláucia Zanetti

INTRODUÇÃO

Apresentada na década de 1970, a tomografia computadorizada do tórax tem como vantagens sobre a radiologia convencional a ausência de sobreposição de imagens, melhor resolução espacial e maior discriminação de densidades, as quais podem ser medidas em valores numéricos (unidades Hounsfield).

Em meados dos anos 1980 foi desenvolvida a tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR), tornando possíveis aquisições de imagens detalhadas, próximas à anatomia microscópica. As alterações observadas na TCAR refletem as mudanças morfológicas das doenças com fidelidade maior do que a observada na radiografia simples ou na tomografia convencional, sendo fundamentais para o estudo das doenças intersticiais difusas.

DADOS TÉCNICOS

As imagens são adquiridas no plano transversal, com o paciente em posição supina. Eventualmente, torna-se necessária a aquisição de cortes com o paciente em decúbito ventral, para melhor avaliação das porções posteriores do parênquima (áreas gravidade-dependentes).

As aquisições são feitas em apnéia e em inspiração máxima, o que reduz os artefatos de movimento e permite melhor avaliação do parênquima pulmonar. Entretanto, quando houver suspeita de aprisionamento aéreo, imagens em expiração devem ser adquiridas adicionalmente.

Para melhor avaliação das imagens utiliza-se, ainda, o recurso conhecido como "janelamento", que permite alterar o contraste entre as estruturas estudadas. Na tomografia do tórax utilizam-se dois ajustes de janela: janela de

pulmão, que demonstra melhor a anatomia e as alterações do parênquima pulmonar; e janela de mediastino, na qual há destaque das estruturas com densidade de partes moles, sendo possível diferenciar tecido adiposo, líquidos, calcificações e estruturas vasculares.

DOSE DE RADIAÇÃO

A tomografia computadorizada é considerada um método diagnóstico com dose de radiação relativamente alta. Existe grande divergência na literatura quanto às doses às quais são expostos os pacientes submetidos a TC convencional, TC helicoidal e TCAR.

A dose de radiação medida na pele em uma TC convencional é cerca de 100 vezes maior do que a observada em uma radiografia simples. No entanto, a dose de radiação associada à TC helicoidal e à TCAR é potencialmente inferior à utilizada na TC convencional. Mesmo a TCAR realizada com intervalos de 10 mm tem dose de radiação efetiva menor do que a TC convencional. Entretanto, a TCAR utiliza técnicas e protocolos muito variados. A TCAR utilizando técnica com baixa dose de radiação (baixo mAs) reduz ainda mais a exposição (cerca de 20%) e produz imagens com qualidade satisfatória. Esta técnica deve ser utilizada em mulheres jovens, visando minimizar a irradiação sobre as mamas, e em crianças.

PRINCIPAIS PADRÕES RADIOLÓGICOS NA TCAR

O diagnóstico de doença pulmonar difusa por meio da TCAR é baseado na detecção e no reconhecimento de achados anormais específicos. Essas anormalidades do pa-

rênquima pulmonar podem ser divididas em seis padrões: septal, cístico, nodular, em vidro fosco, consolidação e reticular.

A correta caracterização do padrão de infiltração e de sua distribuição anatômica permite, na maioria dos casos, o diagnóstico de doenças pulmonares difusas, prescindindo, por vezes, de biópsia pulmonar.

Padrão Septal (Espessamento do Interstício Interlobular)

No pulmão sadio, apenas alguns poucos septos interlobulares são observados na TCAR. O padrão septal resulta do espessamento de septos interlobulares, os quais aparecem, então, como opacidades lineares, medindo cerca de 2 cm. Na periferia estas opacidades têm distribuição perpendicular e contínua à superfície pleural; nas porções centrais formam imagens poligonais. Principais causas: edema, infiltração celular ou fibrose. O espessamento dos septos pode ser: (1) liso, como no edema pulmonar hidrostático e na linfangite carcinomatosa; (2) nodular, na sarcoidose e também na linfangite carcinomatosa; e (3) irregular, traduzindo geralmente fibrose. Se a alteração pulmonar predominante for o padrão septal, as hipóteses de edema pulmonar hidrostático e linfangite carcinomatosa tornam-se prováveis (Fig. 7.1).

Padrão Cístico

Cistos pulmonares na TCAR referem-se a espaços arredondados contendo ar, com paredes bem definidas, mas sem enfisema pulmonar associado. Histiocitose de células de Langerhans, linfangioliomiose, pneumonia intersticial linfocítica e pneumocistose são doenças que cursam com lesões císticas de paredes finas (Fig. 7.2). Faveola-

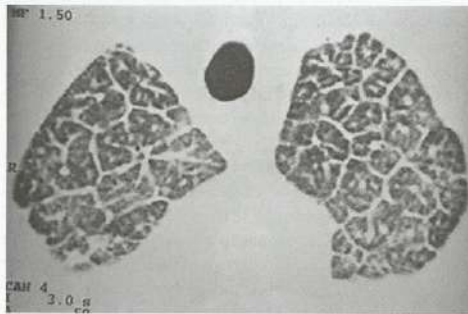


Fig. 7.1 Padrão septal com espessamento do interstício interlobular (linfangite carcinomatosa).



Fig. 7.2 Padrão cístico (linfangioliomiose).

mento e bronquiectasias císticas também são exemplos de lesões císticas, porém possuem características de imagem que permitem o diagnóstico diferencial.

Padrão Nodular

Padrão nodular refere-se à presença de múltiplas opacidades arredondadas, com densidade de partes moles, menores que 1 cm. A diferenciação de nódulos do interstício e do espaço aéreo pode ser difícil, mesmo com a TCAR. A distribuição no parênquima pulmonar é o dado de imagem de maior valor no diagnóstico diferencial das doenças que se apresentam com padrão nodular. Pode ser classificado, quanto à sua distribuição, em perilinfático, centrolobular ou randômico.

As doenças com distribuição perilinfática caracterizam-se, na TCAR, por pequenos nódulos que predominam em relação ao interstício peribroncovascular, aos septos interlobulares e às regiões subpleurais. Nódulos subpleurais são mais facilmente observados em relação às fissuras. Este padrão de distribuição é encontrado frequentemente na sarcoidose, na silicose e na linfangite carcinomatosa. Na sarcoidose e na silicose os nódulos envolvem principalmente as regiões peri-hilares nos terços médio e superior dos pulmões (Fig. 7.3).

Nódulos centrolobulares podem refletir anormalidades tanto do interstício quanto do espaço aéreo. Podem ter atenuação de vidro fosco ou densidade de partes moles, limites bem ou mal definidos e ser isolados ou agrupados (aspecto de roseta). Na TCAR, a distribuição centrolobular pode ser reconhecida pela presença de nódulos a poucos milímetros da pleura, septos interlobulares, brônquios ou grandes vasos sem, no entanto, tocá-los. Preenchimento bronquiolar pode ser observado em associação aos nódulos, represen-

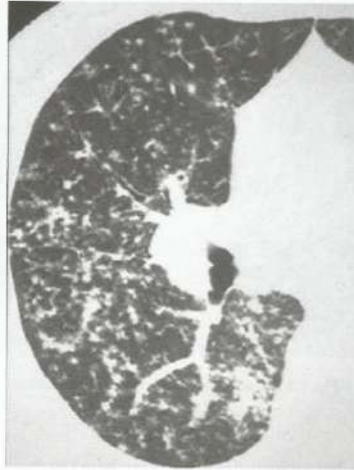


Fig. 7.3 Nódulos perilinfáticos (sarcoidose).

tando impactação de bronquíolos centrolobulares, o que indica disseminação endobrônquica da doença. Pneumonite por hipersensibilidade, silicose, bronquiolites infecciosas, broncopneumonias, tuberculose e histoplasmose são exemplos de doenças que cursam com nódulos de distribuição centrolobular (Fig. 7.4).



Fig. 7.4 Nódulos centrolobulares (silicose).



Fig. 7.5 Nódulos randômicos (tuberculose miliar).

O padrão randômico caracteriza-se pela presença de pequenos nódulos distribuídos aleatoriamente em relação ao lóbulo secundário. Na TCAR, observam-se nódulos disseminados uniformemente pelos pulmões, sem respeitar as estruturas anatômicas. O envolvimento pulmonar tende a ser bilateral e simétrico. Doenças que se disseminam por via hematogênica e que cursam com nódulos pulmonares apresentam padrão randômico de distribuição. Exemplos: metástases e doenças granulomatosas miliares, principalmente tuberculose e histoplasmose (Fig. 7.5).

Opacidade em Vidro Fosco

Opacidade em vidro fosco significa discreto aumento da atenuação do parênquima pulmonar, com preservação dos contornos vasculares e das paredes brônquicas (Fig. 7.6). Se houver obscurecimento dos vasos, utiliza-se o termo consolidação. Opacidade em vidro fosco pode ser causada pelo preenchimento parcial do espaço aéreo, espessamento dos septos alveolares ou colapso parcial dos alvéolos, combinados ou isoladamente. Este padrão pode apresentar-se associado a reticulação. O aumento do volume sanguíneo capilar e a expiração normal podem ser causas de atenuação em vidro fosco. É o padrão mais inespecífico de todos e o diagnóstico diferencial das diversas doenças só pode ser feito mediante correlação com os dados clínicos e laboratoriais.

Havendo faveolamento e bronquiectasias nas áreas de opacidade em vidro fosco, deve-se considerar o diagnóstico diferencial das doenças que se caracterizam por fibrose. No entanto, se áreas de atenuação em vidro fosco estiverem associadas a espessamento intra ou interlobular, considerar o diagnóstico diferencial de pavimentação em mosaico.

Opacidade em vidro fosco como único achado necessita ser avaliada conforme o padrão de distribuição, que pode ser periférico ou difuso.

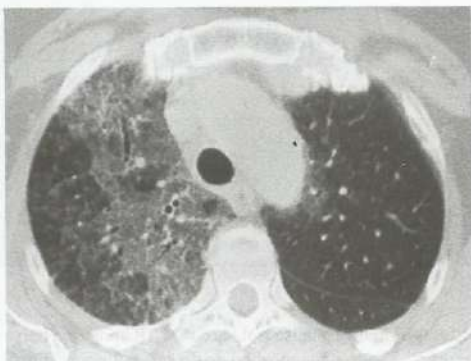


Fig. 7.6 Opacidades em vidro fosco (pneumocistose).

Consolidação do Espaço Aéreo

Consolidação do espaço aéreo refere-se a um aumento na atenuação do parênquima pulmonar que obscurece o contorno das estruturas vasculares e das paredes das vias respiratórias (Fig. 7.7). Broncogramas aéreos podem estar presentes. Em geral, consolidação representa preenchimento do espaço alveolar (por líquido, células ou outros materiais), mas também pode ser observada em doenças intersticiais extensas. O diagnóstico diferencial se sobrepõe ao da opacidade em vidro fosco, sendo que, em muitas doenças, estes padrões estão associados. Pode ainda estar associada a nódulos do espaço aéreo, podendo significar confluência destes.

Se a consolidação não estiver associada a outros padrões, deve-se caracterizar seu tipo de distribuição em lobar, difuso, subpleural ou focal. Quando estiver associada

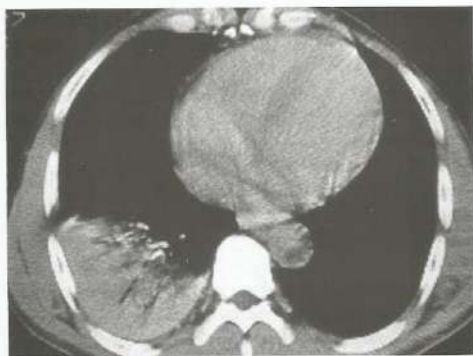


Fig. 7.7 Consolidação parenquimatosa (linfoma).

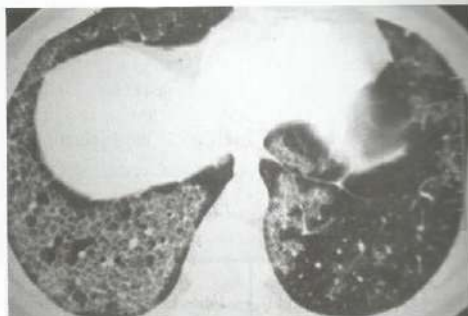


Fig. 7.8 Reticulação intralobular (proteínose alveolar).

a outro padrão, deve-se utilizar o diagnóstico diferencial da outra alteração, pois consolidação é um padrão muito inespecífico.

Padrão Reticular (Espessamento do Interstício Intralobular)

As opacidades lineares que se encontram entrelaçadas e separadas entre si por alguns milímetros são a tradução do espessamento do interstício intralobular, configurando um aspecto de rede, originando os termos reticular e reticulação (Fig. 7.8).

Essas opacidades lineares intralobulares são observadas principalmente em doenças crônicas que evoluem com fibrose, a qual leva à distorção da arquitetura do parênquima e à dilatação dos brônquios (bronquiectasias) e bronquíolos (bronquiolectasias) de tração. Estes são achados clássicos na fibrose pulmonar idiopática (FPI), na pneumonite por hipersensibilidade, na asbestose e na sarcoidose.

Na FPI a reticulação e o faveolamento comprometem preferencialmente a periferia dos lobos inferiores; na sarcoidose, as alterações fibróticas são mais evidentes ao longo do eixo peribroncovascular.

O padrão reticular também pode ser encontrado em algumas condições agudas, dentre elas pneumonia viral, pneumocistose, hemorragia e edema pulmonares, sendo liso o aspecto das opacidades lineares intralobulares. Nesses casos, a associação com o espessamento interlobular é muito freqüente.

TIPOS DE DISTRIBUIÇÃO DAS ANORMALIDADES PULMONARES

A correta definição da distribuição das anormalidades no parênquima pulmonar é de grande importância na avalia-

ção da doença pulmonar difusa. Apesar de não ser um dado específico, contribui para estreitar o diagnóstico diferencial significativamente (Tabelas 7.1 e 7.2).

A TCAR, pela sua capacidade de detecção e caracterização das anormalidades pulmonares, tornou-se o principal método de imagem na investigação das pneumopatias

Tabela 7.1 Doenças pulmonares que freqüentemente têm distribuição preferencial cranial ou caudal

Predomínio nos lobos superiores (cranial)	Predomínio nos lobos inferiores (caudal)
Sarcoidose Silicose Pneumonia eosinofílica Histiocitose de células de Langerhans Pneumonite por hipersensibilidade	Fibrose pulmonar idiopática Asbestose Doença vascular do colágeno

Tabela 7.2 Doenças pulmonares que freqüentemente têm distribuição preferencial central ou periférica

Predomínio periférico	Predomínio central (peribroncovascular)
Fibrose pulmonar idiopática Asbestose Pneumonia eosinofílica Doença vascular do colágeno Pneumonia criptogênica em organização	Sarcoidose Linfangite carcinomatosa Sarcoma de Kaposi Edema pulmonar

difusas. Porém, a análise isolada da TCAR apresenta baixa acurácia, sendo o diagnóstico de doença pulmonar difusa feito corretamente em apenas 36% dos casos. Quando há correlação com a radiografia simples, dados clínicos e laboratoriais, a acurácia da TCAR aumenta consideravelmente, de modo que o diagnóstico pode ser feito com alto grau de confiança em até cerca de 85% dos casos.

Mediastino

Edson Marchiori
 Maria Lúcia Santos
 Alair Santos
 Domenico Capone

INTRODUÇÃO

O mediastino é uma região anatômica situada entre os dois pulmões e se estende do esterno aos corpos vertebrais ântero-posteriormente, tendo como limite superior a abertura torácica, ao nível da sétima vértebra cervical, inferiormente o diafragma e, lateralmente, os hilos pulmonares e folhetos pleurais. Dentre as suas funções estão manter o equilíbrio anátomo-funcional dos hemitóraces por meio do isolamento e amortecimento de suas estruturas; criar mecanismos para que o sistema respiratório propicie adequadamente o afluxo de sangue (na inspiração) e o aumento do débito cardíaco (na expiração); além das funções de defesa, dadas por estruturas como os linfonodos.

DIVISÃO

A fim de facilitar o agrupamento de tumores e doenças de acordo com o local e seu sítio de origem, o mediastino é dividido em compartimentos. Destacam-se aqui três das classificações propostas: a primeira divide o mediastino em andares superior e inferior, tendo como ponto de referência uma linha imaginária horizontal que se origina ao nível da quarta vértebra dorsal e se dirige ao manúbrio. O andar inferior, por sua vez, é subdividido em compartimentos anterior, médio e posterior, tendo como centro referencial o coração (Fig. 8.1).

A segunda classificação, proposta por Heitzman, embora permita localizar com mais precisão as lesões, tem valor clínico pouco prático, não sendo usada corriqueiramente. É, na verdade, uma classificação radiológica, dividindo o mediastino em sete regiões, tendo como referência os grandes vasos. São elas: mediastino anterior, regiões supra-

ázigos, infra-ázigos, supra-aórtica, infra-aórtica e hilares direita e esquerda.

A terceira classificação é a mais utilizada e tem sido adotada universalmente. De acordo com esta classificação, o mediastino é dividido em regiões anterior, média e posterior, tendo como referência o coração situado na região média. O mediastino anterior compreende a região delimitada pela face interna do esterno, anterior ao coração e vasos braquiocefálicos. Estende-se do opérculo torácico ao diafragma. As principais estruturas deste compartimento são representadas pelo timo, tecido fibroadiposo, linfonodos, extensão subesternal da tireóide e paratireóide. O mediastino médio compreende a região que contém o coração e pericárdio. As principais estruturas deste compartimento

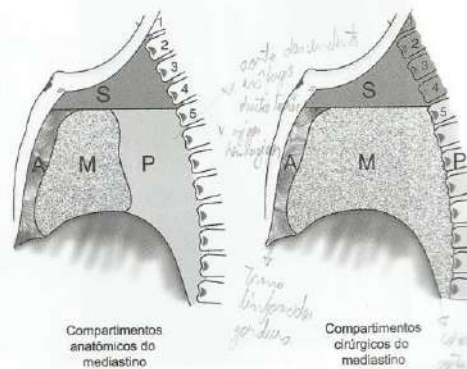


Fig. 8.1 Esquema da divisão do mediastino.

são estruturas vasculares, representadas pelas porções ascendente e transversal da aorta, vasos braquiocefálicos, veia cava e ramos principais das artérias e veias pulmonares. Contém também a traquéia, brônquios principais, linfonodos e os nervos frênico e vago. O mediastino posterior é limitado anteriormente pelo coração e traquéia e posteriormente pela coluna dorsal, incluindo a goteira vertebral. As principais estruturas contidas nesta região são representadas pela porção descendente da aorta, esôfago, veias ázigos e hemiázigos, ducto torácico, cadeia simpática, porção inferior do nervo vago, linfonodos e tecido adiposo.

CLÍNICA

Os sintomas provocados pela existência de massa mediastinal estão diretamente relacionados à invasão ou à compressão das estruturas vizinhas. Dentre eles estão dor torácica, tosse, dispnéia, rouquidão (por lesão no nervo laríngeo), disfagia, odinofagia, síndrome da veia cava superior e sintomas de compressão medular.

Mais de 80% dessas massas são descobertas incidentais, demonstrando, portanto, caráter benigno. Porém, cerca de 30% delas são tumores malignos que podem cursar com poucos sintomas. Apenas 10% das lesões mediastinais são de origem vascular. As lesões mais frequentes no adulto são os tumores do timo, da tireóide e o linfoma. Em crianças, são os tumores neurogênicos, de células germinati-

vas e cistos extra-intestinais (duplicação do esôfago, por exemplo). As lesões do mediastino podem ser metastáticas, como por exemplo o aumento dos linfonodos mediastinais no câncer do pulmão, rim, testículo e de cabeça e pescoço. Os linfonodos hilares podem ser comprometidos, uni ou bilateralmente, por tumores primários ou metastáticos, doenças granulomatosas, inflamatórias e/ou infecciosas. A correlação com os dados clínicos favorece em muito o diagnóstico.

DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

O mediastino é uma região de difícil avaliação pelo estudo radiológico convencional, uma vez que compreende um grande número de estruturas, praticamente todas com a mesma densidade radiológica, com a exceção da traquéia, que contém ar. Assim, o que é visto na radiografia de tórax são apenas os limites externos desta região, contrastados com o parênquima pulmonar.

A rotina de investigação diagnóstica das doenças do mediastino foi completamente modificada com o advento da tomografia computadorizada (TC). Exames contrastados como cavografia, linfografia e aortografia só raramente são indicados. Outros, também invasivos e desconfortáveis para os pacientes, como o pneumotórax provocado, broncografia, pneumomediastino e pneumoperitônio, fazem parte apenas de um contexto histórico.

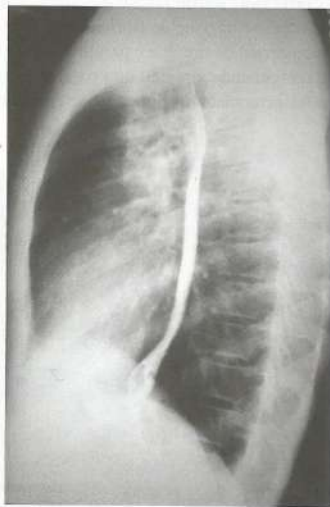


Fig. 8.2 Tórax em perfil com esôfago contrastado mostrando o trajeto normal do órgão.



Fig. 8.3 Ressonância magnética do mediastino mostrando a ramificação arterial normal do tórax.

A radiografia do tórax, complementada por algumas incidências, como o perfil com esôfago contrastado (Fig. 8.2), ápico-lordótica, penetrada para mediastino e decúbito lateral com raios horizontais, ainda ocupa um papel de destaque no diagnóstico radiológico das doenças mediastinais e continua sendo o primeiro método na abordagem dessas doenças.

A ressonância magnética pode ser utilizada em casos mais complexos, principalmente quando há lesões cardíacas e vasculares, já que também permite a realização de estudos nos planos sagital, coronal e axial (Fig. 8.3). Em relação aos exames vasculares, como angiografia, aortografia e venografia, a contrastação vascular pelo iodo permite o estudo das massas, suas relações com estruturas vizinhas, além de poder ser utilizado terapêuticamente, para embolizações.

A ultra-sonografia pode ser indicada para o estudo das lesões da tireóide, como o bócio mergulhante. A ultra-sonografia transesofágica, além de ser utilizada para o estudo do esôfago (lesões intrínsecas e extrínsecas), fornece dados sobre o coração e pericárdio (Fig. 8.4).

Os exames de medicina nuclear, por serem métodos funcionais, melhor se aplicam na pesquisa de massas constituídas de tecido ectópico, como na tireóide e paratireóide ectópicas (Fig. 8.5).

A tomografia computadorizada é considerada, atualmente, exame obrigatório na avaliação diagnóstica das doenças torácicas, permitindo de uma só vez, tanto o estudo parenquimatoso quanto o mediastinal (Fig. 8.6). A disposição axial dos cortes permite eliminar a principal limitação da radiografia simples, representada pela superposição de estruturas. Além disso, a medida da densidade possibilita, de

① arco sup - bota apêlice
arco med - 1. pulm
 2. mediastino
arco inf - VE

Tuberculose (inf. e bota apêlice)
-> lesão bota -> bota apêlice
-> lesão mediastino -> mediastino



RX penetrada para o mediastino, evidenciando o mediastino

Fig. 8.4 Ultra-sonografia transesofágica demonstrando as cavidades cardíacas.

Sup: PA
Perfil esquerdo
(bota apêlice na direita)

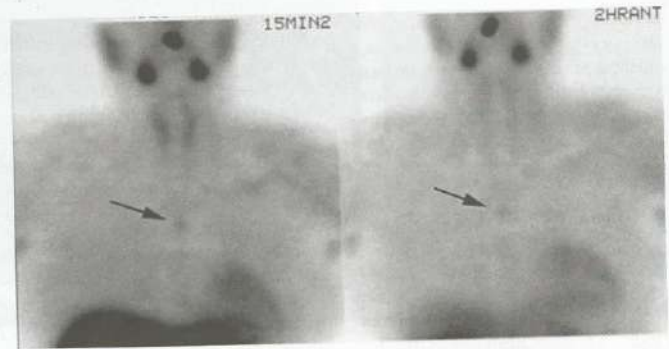


Fig. 8.5 Cintilografia evidenciando adenoma de paratireóide ectópica.

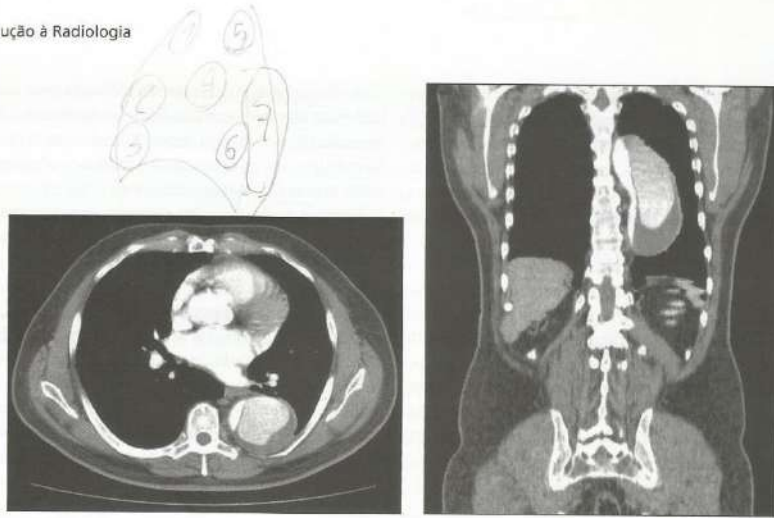


Fig. 8.6 A, Corte axial de TC de tórax com janela para mediastino demonstrando aneurisma dissecante da aorta; B, reconstrução no plano coronal.

Tabela 8.1 Principais alterações mediastinais de acordo com seus compartimentos

Mediastino anterior 47	Timoma, teratoma, linfoma, aneurisma da porção ascendente da aorta, bócio, adenoma de paratireóide, higroma cístico, hérnia de Morgagni
Mediastino médio	Cisto broncogênico, cisto pericárdico, aneurismas da croça, linfonodopatias
Mediastino posterior	Tumores neurogênicos, meningocele, hérnia de Bochdaleck, hérnia de hiato, megaesôfago, cisto gastroentérico, mal de Pott

forma inquestionável, saber se a lesão é líquida ou sólida, orientando o diagnóstico de forma mais segura. Pequenas alterações parenquimatosas não visualizadas no exame radiográfico podem ser demonstradas na TC e calcificações são mais bem avaliadas por esta técnica. Serão analisadas, a seguir, as principais doenças mediastinais, destacando os sinais observados nos exames radiográficos e tomográficos.

De forma didática, a análise radiográfica permite agrupar as principais doenças mediastinais de acordo com o listado na Tabela 8.1.

PRINCIPAIS DOENÇAS MEDIASTINAIS

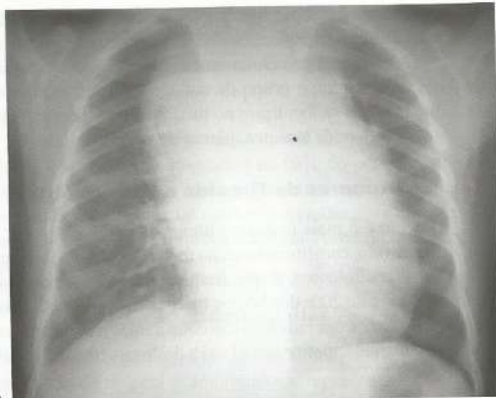
Tumores Tímicos

Os timomas, derivados de células tímicas e epiteliais, são os tumores mais frequentes do mediastino anterior e representam cerca de 20% de todos os tumores mediastinais. Incidem igualmente nos sexos masculino e feminino e predominam

na quarta década. Mais da metade dos pacientes com timoma apresentam doenças associadas, como miastenia *gravis*, colagenoses e anormalidades laboratoriais representadas por hipogamaglobulinemia e aplasia de células vermelhas. Cerca de um terço dos pacientes com timoma tem miastenia *gravis*, enquanto o contrário é observado em quase 15% dos casos. A maioria dos tumores exibe cápsula fibrosa que confina o tumor, porém alguns tipos podem invadir a gordura mediastinal, pleura, pericárdio e vasos, conferindo-lhe pior prognóstico. Do ponto de vista radiográfico apresentam-se como massa de limites bem definidos, ocasionalmente lobulada, localizada no mediastino anterior, projetando-se preferencialmente à direita da linha média, sendo raro o comprometimento bilateral (Fig. 8.7). Calcificações são raramente observadas. A TC demonstra massa bem delimitada, de densidade homogênea ou heterogênea, em razão das alterações císticas ou necróticas associadas (Fig. 8.8). A forma invasiva tem as mesmas características densitométricas porém a ausência de interface com estruturas vizinhas denuncia o caráter invasivo, que pode estender-se aos vasos mediastinais, pleura e andar superior do abdome.

Tumores de Células Germinativas

Os teratomas representam o principal grupo de tumores germinativos, a maioria de natureza benigna. Podem ser sintomáticos, na dependência de seu tamanho, em razão de compressão de estruturas vizinhas ou devido a ruptura dentro da árvore brônquica ou espaço pleural. Quando isto ocorre é possível a expectoração de pêlos ou material sebáceo que, embora rara, define o diagnóstico. A radiografia do tórax demonstra volumosa massa no mediastino



A



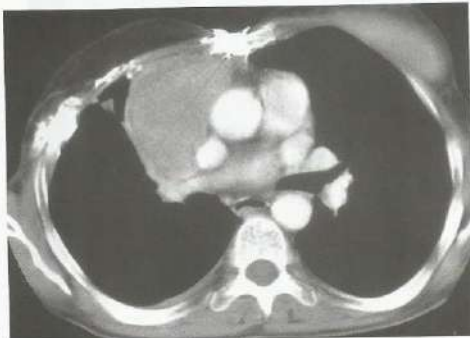
B



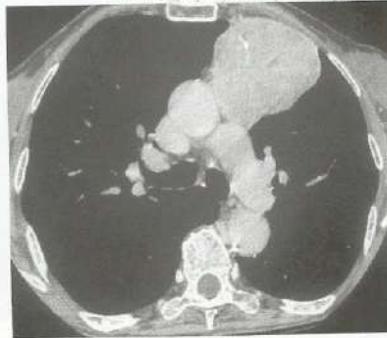
C

*Benignas: Histiocitos e + benignas / + compressão
 Arterio-Histocitos → + m. ligas. parede torácica / pleura parietal
 adulto, 58 anos
 10 mm grupo lat.
 12 meses - 2000 - parede de massa. An. v. p. 2007.*

Fig. 8.7 Rx de tórax em PA (A) e em perfil (B). Volumosa massa localizada no mediastino anterior (timoma). Em C, outro paciente, mostrando massa com menores dimensões na região paracardíaca à direita.



A



B

plena de líquido - 100 ml de líquido

*Massa de aspecto homogêneo, sem calcificações
 Quando visto na pleura de dimensão de compressão*

Fig. 8.8 A e B, TC de dois pacientes diferentes, com massas no mediastino anterior (timomas). Notar em B a presença de calcificações no interior do tumor.

grande massa anterior e em segmento transverso

anterior, bem delimitada, lobulada ou não. Cerca de um terço dos casos exibe calcificações esparsas e, mais raramente, podem ser observados dentes, parcial ou totalmente formados. A TC revela massa de densidade diferente, de acordo com o tecido encontrado no tumor, variando entre parte mole, tecido adiposo, formação cística e osso. A combinação dessas diferentes densidades, quando presente, é um achado tomográfico altamente sugestivo de teratoma. A degeneração maligna pode ocorrer, sendo a principal diferença tomográfica o comportamento invasivo que estes tumores, chamados teratocarcinomas, apresentam em relação aos teratomas.

O seminoma é um tumor maligno que incide em homens, predominando entre 30 e 40 anos de idade, cuja representação radiográfica é de massa em mediastino anterior sem

caráter invasivo local, que freqüentemente envia metástases para linfonodos regionais.

O carcinoma de células embrionárias e o coriocarcinoma representam o grupo de tumores não-seminomatosos que também se localizam no mediastino anterior e podem invadir a parede torácica, pleura ou pericárdio.

Tumores da Tireóide e Paratireóide

O bócio é o mais freqüente tumor da porção superior do mediastino, constituindo-se, na maior parte das vezes, num achado radiológico, já que, freqüentemente, é assintomático. Cerca de 20% dos bócios mergulham no tórax, provocando alterações radiográficas constituídas por alargamento mediastinal superior associado a deslocamento da traquéia

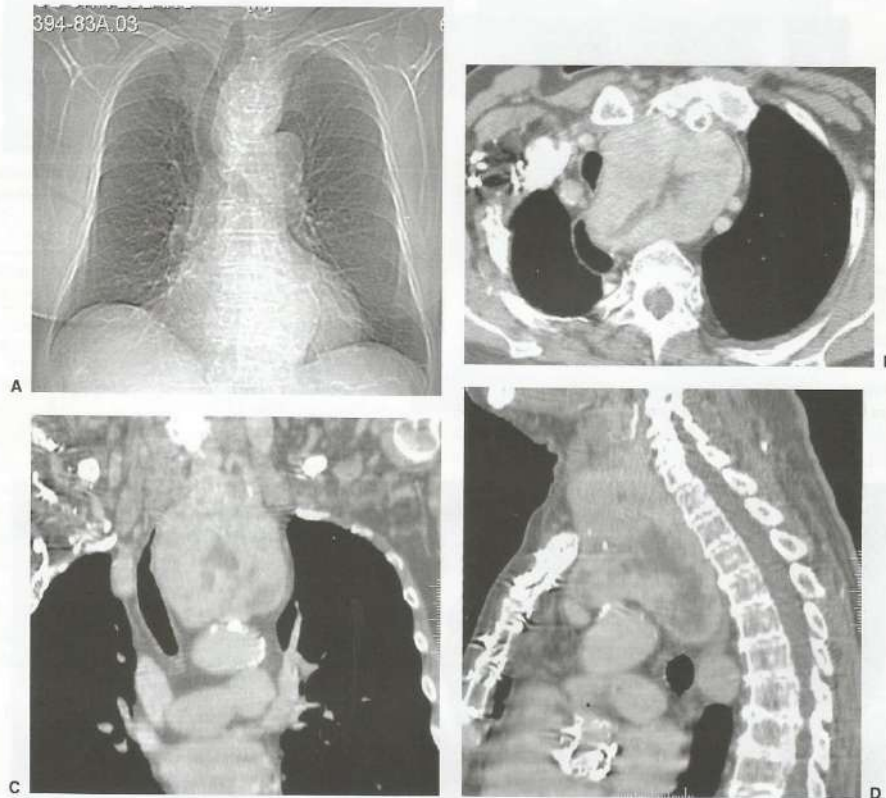


Fig. 8.9 A, Rx de tórax em PA. Massa mediastinal deslocando a traquéia para a direita; B, tomografia computadorizada com janela para mediastino e reconstruções nos planos coronal (C) e sagital (D), mostrando que a massa é heterogênea, contendo pequenos focos de calcificação, e desvia as estruturas adjacentes principalmente para a frente e para a direita (bócio de tireóide).

para o lado oposto (Fig. 8.9). Calcificações agrupadas grosseiras ou puntiformes estão presentes em grande número de casos. A TC demonstra aumento da glândula, exibindo intensa impregnação pelo meio de contraste e áreas císticas de perneio.

O adenoma é o tumor mais comum da paratireóide e localiza-se predominantemente na base do pescoço, podendo ser ectópico e ocupar o mediastino anterior. Devido ao seu diminuto tamanho não é visível radiograficamente, sendo quase sempre surpreendido pela TC ou ressonância magnética.

Linfonodomegalias

As causas mais comuns de linfonodomegalias mediastinais são de origem granulomatosa, representadas pela tuberculose, sarcoidose e histoplasmose, seguida das doenças neoplásicas, incluindo os linfomas e metástases. As doenças granulomatosas acompanham-se, com mais frequência, de lesões parenquimatosas, e têm características de comprometimento linfonodal próprio como a unilateralidade na tuberculose e o envolvimento concomitante da cadeia paratraqueal e hilar bilateral na maioria dos casos de sarcoidose (Fig. 8.10). Os linfomas são os tumores mediastinais mais frequentes e são classificados em Hodgkin e não-Hodgkin. Radiologicamente caracterizam-se por massas linfonodais de aspecto quase sempre bocelado, localizadas no mediastino anterior, sendo facilmente detectadas pela TC (Fig. 8.11).



Fig. 8.10 Rx de tórax em PA. Linfonodomegalias bilaterais (sarcoidose).

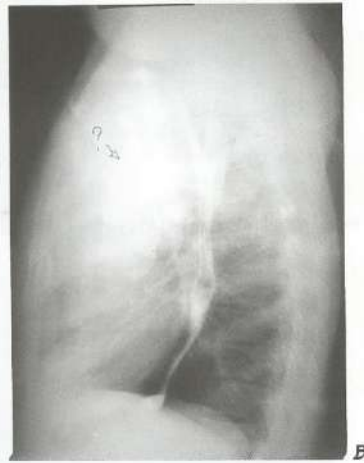
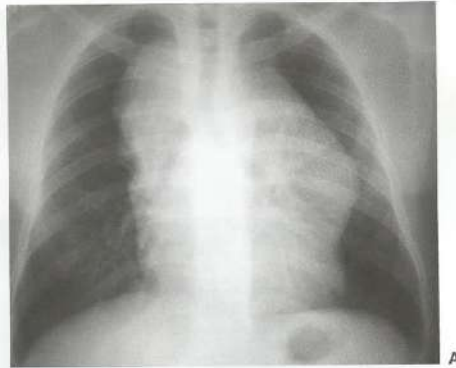
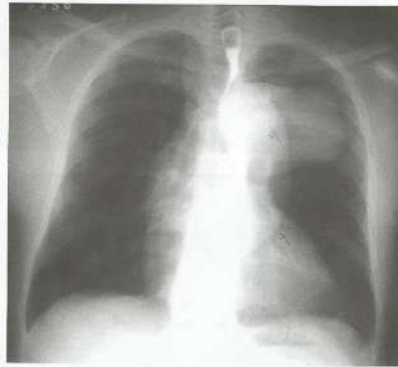


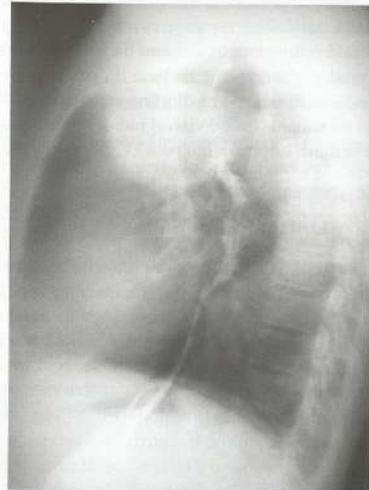
Fig. 8.11 A e B. Volumosa massa em topografia anterior, projetando-se para os dois lados do mediastino (linfoma).

Aneurismas

Podem localizar-se na porção ascendente da aorta, na croça ou na porção descendente. Quando volumosos costumam apresentar sinais e sintomas em decorrência de compressão de estruturas vizinhas, como vias respiratórias e feixes nervosos. As características radiográficas dessas alterações são representadas por opacidades arredondadas ou ovais, muito bem definidas, situadas no mediastino anterior, médio ou posterior, de acordo com o segmento arterial comprometido (Figs. 8.12, 8.13 e 8.14). A TC realizada obrigatoriamente após a administração venosa do meio de contraste define o diagnóstico, permitindo ainda avaliar a presença de dissecação e a extensão da mesma (Fig. 8.15).



A



B

Fig. 8.12 Rx do tórax em PA (A) e perfil (B). Massa mediastinal anterior, projetando-se para a esquerda (aneurisma de aorta).



A



B

Fig. 8.13 A e B. Massa no mediastino médio, à esquerda (aneurisma de aorta).

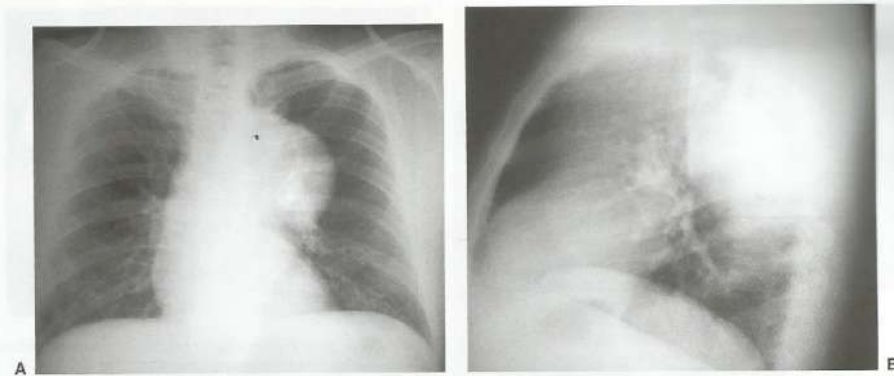


Fig. 8.14 A e B, Aneurisma de aorta projetando-se no mediastino posterior.

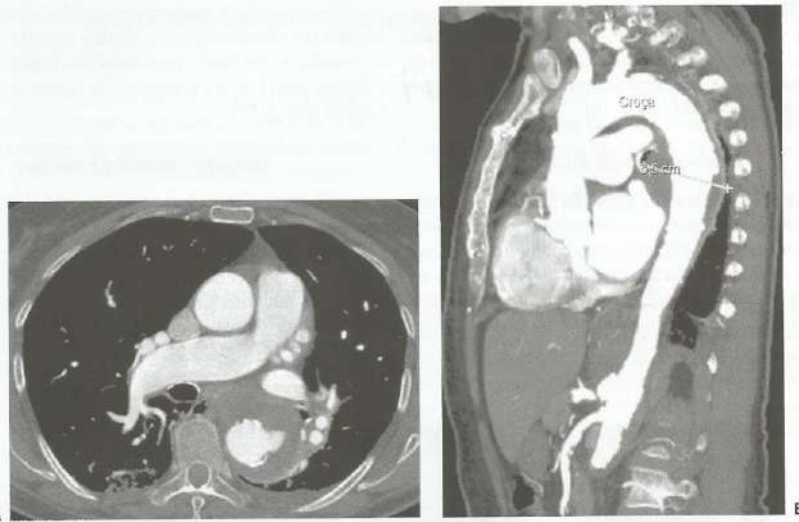


Fig. 8.15 A, Corte axial mostrando aneurisma de aorta descendente. Notar a desproporção entre o diâmetro do aneurisma e a luz da aorta; B, corte sagital demonstrando a medida do diâmetro do aneurisma.

Cistos Broncogênico, de Duplicação do Esôfago e Neuroentérico

Representam, aproximadamente, um quinto das massas mediastinais. São o resultado de transformações aberrantes do tubo digestivo primitivo, que incluem os cistos broncogênicos, os cistos de duplicação do esôfago e os cistos neuroentéricos. Os cistos broncogênicos são os mais frequentes e

originam-se do segmento ventral do tubo digestivo primitivo. Cerca de 85% dos casos são mediastinais e o restante, intraparenquimatosos. Localizam-se predominantemente no mediastino médio, na região paratraqueal e subcarinal, apresentando estreita relação com a traquéia e brônquios principais, através de pedículos. Os cistos de duplicação do esôfago e neuroentéricos localizam-se no mediastino posterior, estando estes últimos quase sempre associados com anormalidades

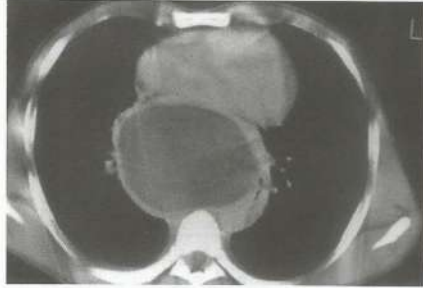


Fig. 8.16 Massa cística, encapsulada, projetando-se posteriormente ao coração (cisto de duplicação do esôfago).

vertebrais. Radiologicamente todos esses cistos aparecem como massa esférica, às vezes alongada, de paredes lisas e bem definidas. A TC resalta a natureza cística da lesão, determina o exato compartimento em que está localizado, e os cortes obtidos após administração venosa do meio de contraste permitem distinguir nitidamente a fina cápsula que a maioria deles apresenta (Fig. 8.16).

Lesões Pericárdicas

Cisto pericárdico é uma malformação benigna resultante da provável fusão aberrante do recesso pericárdico anterior. Tem conteúdo líquido cristalino e radiograficamente manifesta-se como massa bem delimitada, de aspecto arredondado, localizada em 70% dos casos no ângulo cardiofrênico direito, e, em cerca de 25%, no ângulo cardio-

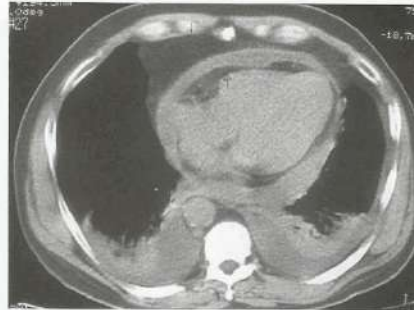


Fig. 8.17 Presença de líquido no saco pericárdico (derrame pericárdico). Notar também derrame pleural bilateral.

frênico esquerdo. Localização fora desses sítios é possível, porém muito rara. A imagem tomográfica é típica, representada por cisto de conteúdo líquido de baixa densidade, de paredes muito finas e bem definidas, junto ao coração. Derrame pericárdico é o acúmulo de líquido no saco pericárdico (Fig. 8.17).

Tumores Neurogênicos

Compreendem as principais alterações do mediastino posterior. São classificados em schwannoma ou neurilenoma e neurofibroma (tumores dos nervos periféricos), neuroblastoma, ganglioneuroma e ganglioneuroblastoma (tumores dos gânglios simpáticos) e paraganglioma e feocromocitoma (tumores dos gânglios parassimpáticos). Do

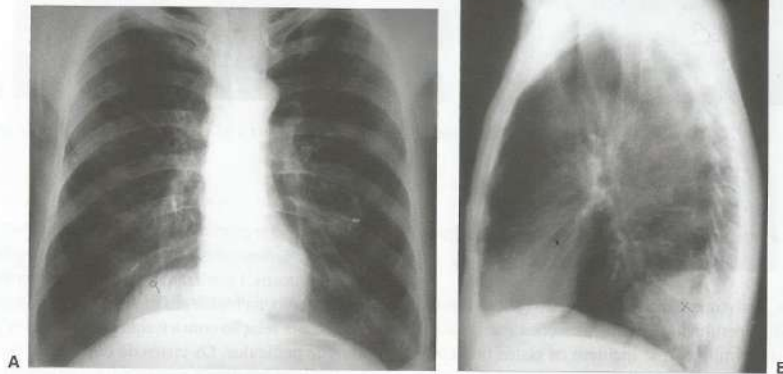


Fig. 8.18 A e B, Massa na região inferior do mediastino posterior (goteira paravertebral) (schwannoma).

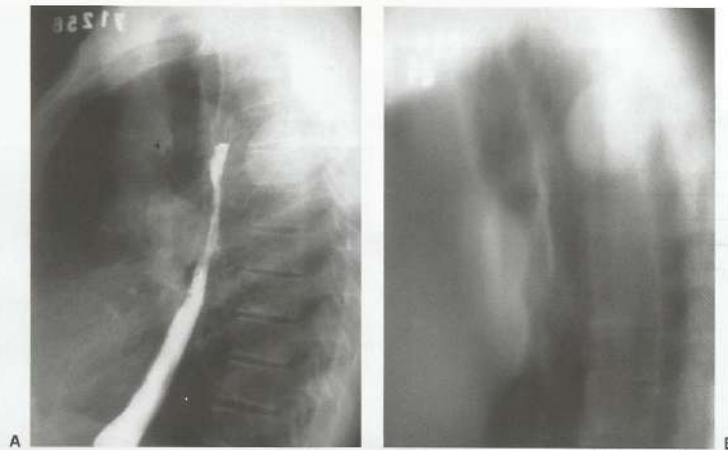


Fig. 8.19 A e B, Massa na região da goteira paravertebral, superiormente (neurofibroma).

ponto de vista radiográfico caracterizam-se por opacidades periféricas, bem delimitadas, de aspecto arredondado ou fusiforme, localizadas no mediastino posterior, na região paroespinal (Figs. 8.18 e 8.19). Associam-se, frequentemente, com alterações erosivas de arcos costais e corpos vertebrais. A meningocele é uma formação cística rara, localizada no mediastino posterior, que ocorre em razão da herniação pelo forame espinal de tecido neural preenchido por líquido. Associa-se com frequência a neurofibromatose. Radiologicamente aparece com massa arredondada, localizada na região paroespinal, também associada a erosão de corpo vertebral adjacente.

Hérnias Diafragmáticas

Podem ser congênitas ou adquiridas. As congênitas são representadas pela hérnia de Bochdaleck, a mais frequente, localizada na região póstero-lateral do tórax, e a hérnia de Morgagni, localizada junto ao ângulo cardiofrênico direito (Fig. 8.20). A hérnia de hiato situa-se geralmente no mediastino posterior, junto à borda cardíaca, sendo, às vezes, confundida com abscesso de pulmão, por causa da imagem de nível líquido que a acompanha. O diagnóstico pode ser prontamente estabelecido pela radiografia do tórax realizada após ingestão de contraste oral baritado.

Megaesôfago

Consiste em distúrbio motor causado pelo não relaxamento do esfíncter posterior do esôfago durante a deglutição. Radiograficamente aparece como uma imagem que

acompanha o mediastino em toda a sua extensão, de cima para baixo, de aspecto moteado pela presença de restos alimentares no seu interior (Fig. 8.21). O exame contrastado do esôfago estabelece prontamente o diagnóstico. A principal causa de megaesôfago no Brasil é a doença de Chagas.

Pneumomediastino

As causas mais comuns de pneumomediastino são as perfurações de esôfago após procedimento endoscópico, ou vômitos prolongados, como na síndrome de Mallory-Weiss; ruptura de traquéia ou brônquios principais após broncoscopia ou trauma penetrante de tórax; uso de ventilação com pressão positiva intermitente; e asma. O ar no mediastino aparece como estrias radiotransparentes (gás) ao redor de vasos ou outras estruturas, com deslocamento lateral da pleura mediastinal (Fig. 8.22).

Mediastinites

Podem ser agudas ou crônicas. A mediastinite aguda representa, em grande parte, complicações de procedimentos endoscópicos do esôfago e vias respiratórias. Quando há suspeita de ruptura de esôfago, esta pode ser rapidamente confirmada pelo extravasamento de contraste ingerido para o mediastino ou espaço pleural. Pode ocorrer também em contigüidade a processos infecciosos de estruturas vizinhas (coluna, esterno etc.). Os achados radiológicos incluem aumento difuso da densidade e alargamento do mediastino em ambos os lados da linha média na região do acometi-

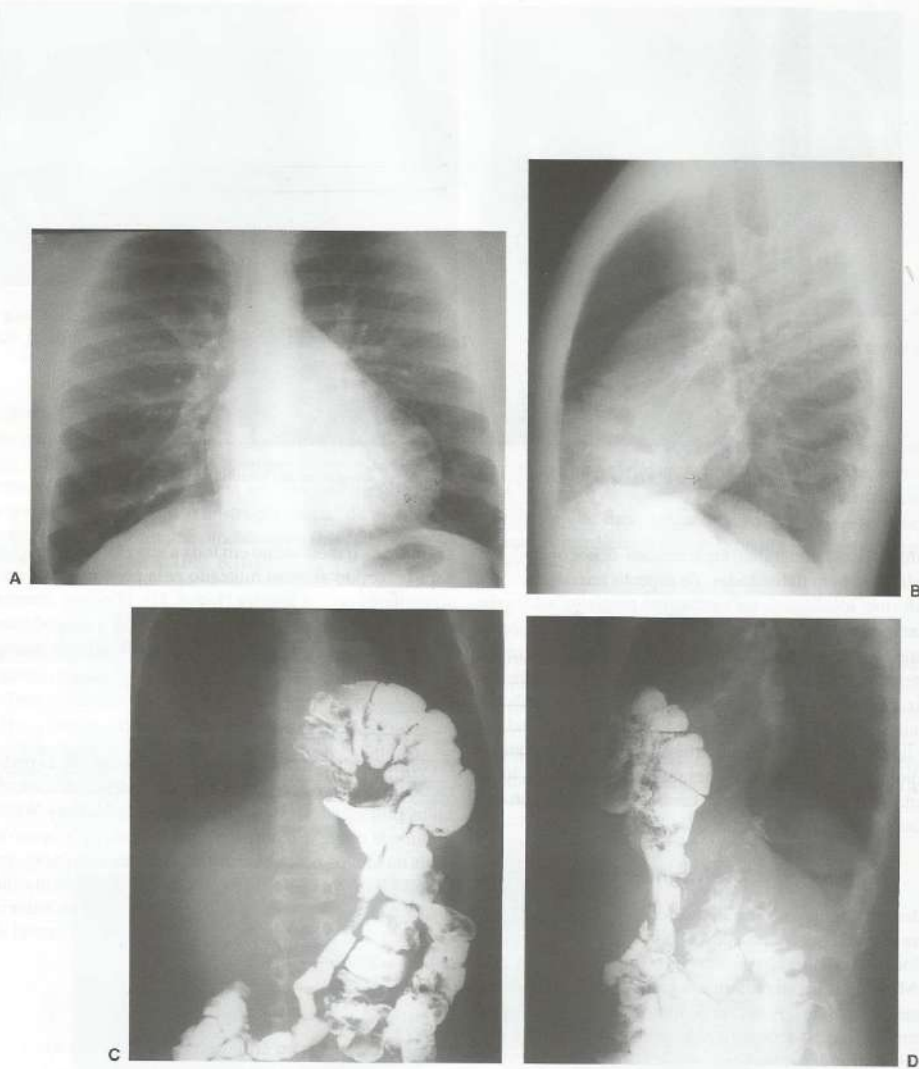


Fig. 8.20 A e B, Rx do tórax em PA e perfil. Presença de coleções gasosas no mediastino anterior, inferiormente; C e D, estudo contrastado do tubo digestivo mostrando alça intestinal no interior do tórax (hérnia diafragmática tipo Morgagni).

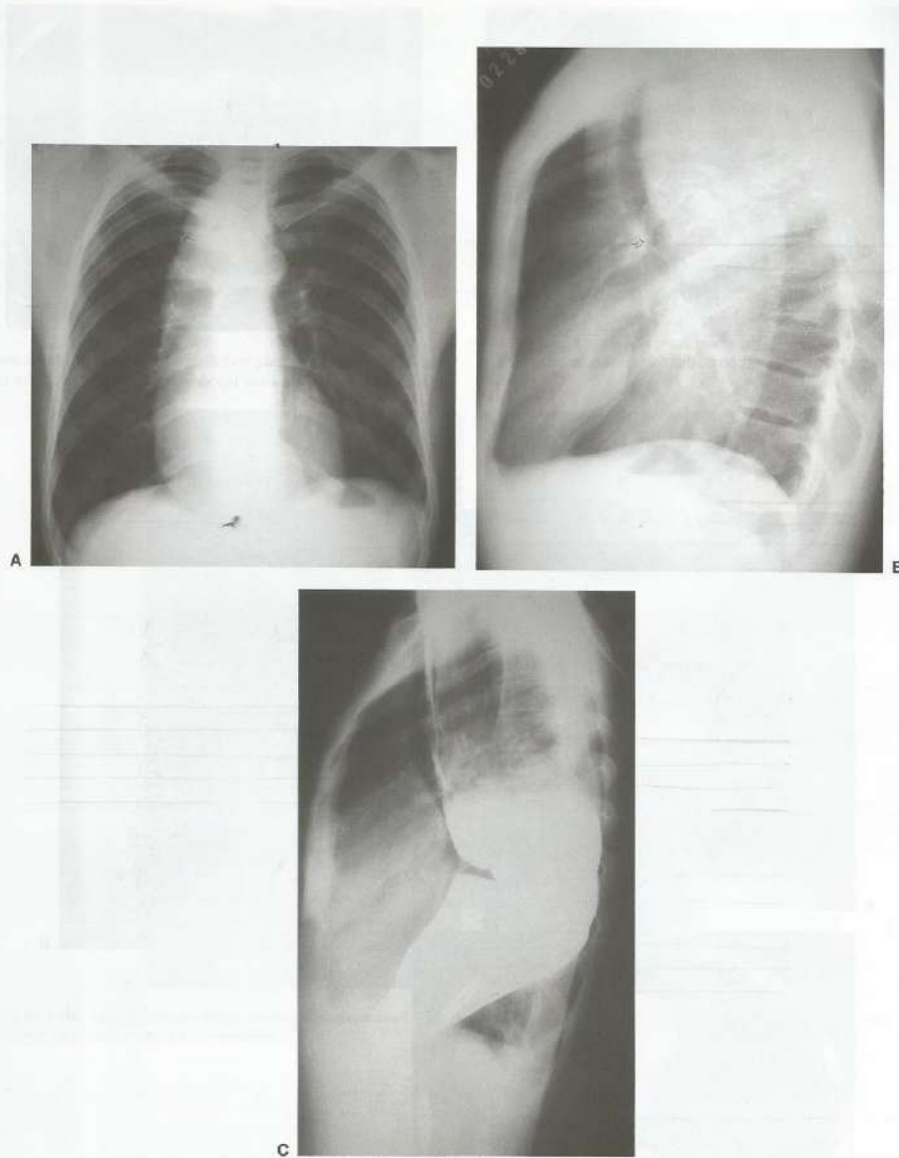


Fig. 8.21 A e B, Alargamento do mediastino à direita, em toda a sua extensão. Na incidência em perfil observa-se que a lesão é posterior, deslocando a traquéia para a frente (megaezófago por doença de Chagas); C, perfil com esófago contrastado de outro paciente, mostrando a grande dilatação do esófago.



Fig. 8.22 Presença de gás no mediastino (pneumomediastino).

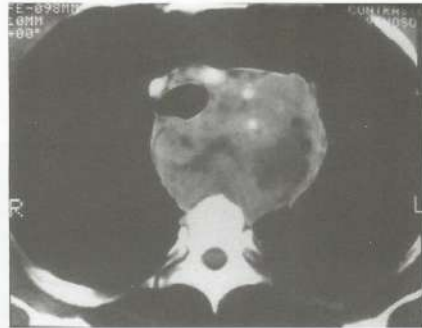
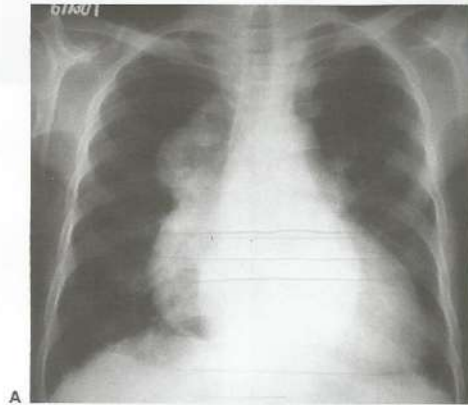
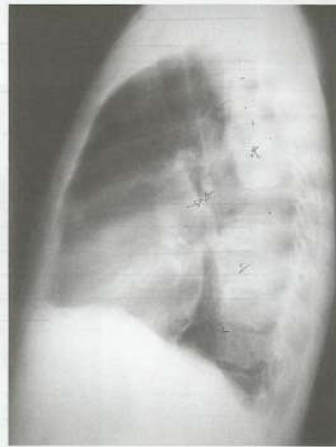


Fig. 8.23 Mediastinite aguda, com alargamento da região, deslocamento anterior da traquéia e áreas hipodensas de permeio, inclusive com presença de bolhas de gás.



A



B



C

Fig. 8.24 A e B, Rx do tórax em PA e perfil mostrando massas mediastinais em topografia posterior, projetadas sobre a coluna vertebral; C, tomografia mostrando massas bilaterais e simétricas na goteira paravertebral, com conteúdo não-homogêneo (hematopoiese extramedular).

mento. Na tomografia podem ser observadas, além da infiltração mediastinal, áreas hipodensas correspondendo à presença de gás ou de necrose (Fig. 8.23). As infecções do mediastino podem resultar na formação de abscessos que, quando se tornam crônicos, são grandes e bem definidos, o suficiente para simular um tumor.

A causa mais comum de mediastinite crônica (ou fibrose mediastinal) é a radioterapia, mas também pode ocorrer por condições inflamatórias crônicas, como tuberculose e histoplasmose, ou ser idiopática. O envolvimento ocorre predominantemente na porção superior do mediastino, no nível dos hilos ou acima destes. O alargamento irregular do mediastino, mais evidente à direita, costuma ser o único achado radiológico.

Hematopoiese Extramedular

É uma condição rara em que ocorre formação de tecido sanguíneo por expansão da medula na tentativa de suprir a anemia que está instalada; geralmente apresentam-se como massas esféricas ou lobuladas na goteira paravertebral, de forma difusa ou localizada, sendo mais freqüente entre D6 e D12 (Fig. 8.24).

Mal de Pott

É uma espondilite de origem tuberculosa que determina destruição discal e do corpo vertebral, formando massa que alarga o mediastino posterior, deslocando as linhas paravertebrais, adquirindo o formato de um fuso (Fig. 8.25).

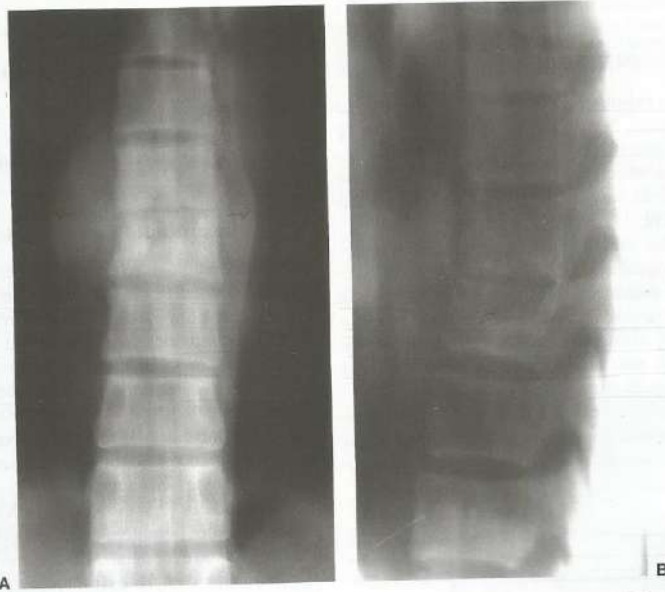


Fig. 8.25 A e B, Alargamento fusiforme das linhas paravertebrais, com redução do espaço discal e lise com irregularidades das bordas dos corpos vertebrais adjacentes (tuberculose vertebral).

Aparelho Cardiovascular – Parte 1

Cristina Fontes
Marcelo Nacif
Felipe von Ranke

INTRODUÇÃO

Gradativamente a radiologia convencional perdeu espaço na avaliação cardíaca, devido aos avanços das técnicas de imagem, principalmente para a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM), métodos que permitem um estudo vascular e cardíaco de forma completa e não-invasiva.

Alguns exemplos: tomografia computadorizada e angio-TC na avaliação vascular; ecocardiograma, incluindo o recurso do Doppler, para medir o fluxo vascular; ressonância magnética, que é o exame de maior acurácia no estudo anatômico do coração; no estudo das artérias coronárias indica-se a arteriografia e, mais recentemente, a angiotomografia computadorizada multi-slice.

Apesar de todo esse avanço, o estudo do aparelho cardiovascular a partir da radiologia convencional ainda é capaz de fornecer importantes informações anatômicas e fisiológicas, de maneira simples, segura e com baixo custo.

MÉTODOS DE IMAGEM

Em radiologia cardiológica empregam-se métodos de exames não-invasivos e invasivos. Os não-invasivos mais utilizados são: radiografias convencionais, TC e angio-TC, RM e angio-RM, cintilografia (raios gama) ou ultra-sonografia (ecocardiografia).

O método invasivo mais empregado é a cineangiocardiógrafia ou cateterismo cardíaco (CAT).

Este livro abordará o estudo do aparelho cardiovascular em duas partes. A primeira do ponto de vista da radiologia convencional, devido a sua importância na abordagem inicial desse sistema, será discutida neste capítulo. A segunda, com a inserção dos novos métodos na cardiologia atual, será tema do Cap. 10.

Rotina Radiológica

Rotina mínima: Radiografias do tórax em pósterio-anterior (PA) e perfil esquerdo (PE).

Rotina completa: Acrescentar perfil esquerdo com esôfago contrastado.

Anatomia Radiológica do Coração

Ao exame radiológico o coração determina uma sombra densa, ovóide, dirigida anteriormente para a esquerda e ligeiramente para baixo, situada entre os pulmões. Esta sombra se confunde com a determinada pelos grandes vasos que formam o pedículo vascular, sendo este constituído pelas veias cava superior e inferior, aorta, artérias e veias pulmonares.

A pleura mediastínica reflete-se sobre o coração e grandes vasos ("brancos" aos raios X) formando saliências e reentrâncias que se tornam marcadas pelo contato com os pulmões expandidos ("pretos" aos raios X). As modificações dessas reflexões permitem ao radiologista detectar alterações de volume e topografia do coração e vasos da base.

Para melhor compreensão da projeção das câmaras cardíacas nas diversas incidências é necessário que conheçamos a posição do coração e de seus componentes em relação ao tórax.

Em um corte horizontal do tórax as cavidades direitas representadas pelo átrio e ventrículo direitos (AD e VD) situam-se à direita e anteriormente, enquanto as cavidades esquerdas representadas pelo átrio e ventrículo esquerdos (AE e VE) situam-se à esquerda e posteriormente (Fig. 9.1). Anteriormente o coração se relaciona com o esterno e posteriormente com o esôfago e a aorta descendente. O septo interventricular dirige-se para a esquerda formando um ângulo de aproximadamente 45° com a parede anterior do tórax.

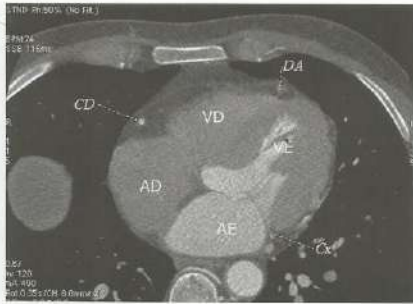


Fig. 9.1 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais com cortes de 6 mm, reconstrução padrão em 50% do ciclo cardíaco. Observar que o ventrículo direito (VD) é a cavidade cardíaca mais anterior e que possui relação com o esterno, e o átrio esquerdo (AE) é a cavidade cardíaca que possui relação com o esôfago. CD, coronária direita; DA, coronária descendente anterior; CX, coronária circunflexa.

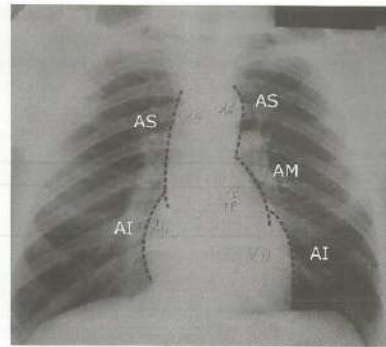


Fig. 9.2 Rx do tórax em pósterio-anterior. Observar que à direita o arco superior (AS) é formado pela veia cava superior (VCS) e o arco inferior (AI) é formado pela borda externa do átrio direito (AD). Do lado esquerdo o arco superior (AS) representa o arco aórtico, o arco médio (AM) é constituído pelo tronco da artéria pulmonar e pela aurícula esquerda e o arco inferior (AI) corresponde à borda lateral do ventrículo esquerdo (VE).

A incidência em PA é realizada com o paciente de frente para o filme, reduzindo a distância coração-filme e diminuindo a ampliação geométrica da imagem. Nesta incidência os raios X penetram no dorso do paciente e o chassi encontra-se à sua frente.

O AD é a cavidade direita que mais participa da formação da silhueta cardíaca. O VD projeta-se no meio das estruturas mediastínicas, não sendo, por isto, possível a sua avaliação direta em PA.

O VE tem a forma oval com ápice dirigindo-se para baixo e para a esquerda. O AE é a câmara mais posterior, localizada abaixo do tronco da artéria pulmonar.

Nesta projeção (PA) (Fig. 9.2) a borda direita do coração compreende dois arcos:

- **Arco superior (AS):** é quase vertical, sendo formado pela veia cava superior (VCS). Em indivíduos idosos, a aorta tende a se dilatar e alongar, de modo que a margem superior direita torna-se mais convexa.
- **Arco inferior (AI):** é formado por uma curva ligeiramente convexa e corresponde à borda externa do AD.

A borda esquerda compreende três arcos:

- **Arco superior (AS):** representa o botão aórtico.
- **Arco médio (AM):** é constituído pelo tronco da artéria pulmonar e aurícula esquerda. Na maioria dos adultos normais é reta ou ligeiramente convexa. Em mulheres jovens normais e crianças pode-se observar grande saliência do arco médio, não devendo ser considerado anormal.
- **Arco inferior (AI):** corresponde à borda lateral do VE.

A incidência em perfil esquerdo é realizada com o hemitórax esquerdo do paciente em contato com o filme. Nesta incidência o átrio direito projeta-se, em parte, atrás do ventrículo direito. O corpo do ventrículo direito é a porção mais anterior e encontra-se em contato com o terço inferior do esterno. Acima do corpo do ventrículo direito encontramos o infundíbulo, que representa um conduto ligando o corpo à válvula pulmonar. O átrio esquerdo forma a bor-

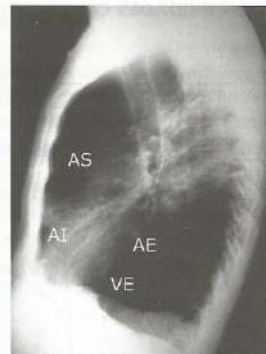


Fig. 9.3 Rx do tórax em perfil. Note que o arco superior (AS) é formado pelo infundíbulo do ventrículo direito, um pequeno segmento da artéria pulmonar e a aorta ascendente, e o arco inferior (AI) é formado pelo corpo do ventrículo direito em contato com o esterno. Já a porção posterior do coração é formada pela borda posterior do VE, na parte inferior, e pela borda posterior do AE, na parte superior.

da posterior do coração. O corpo do ventrículo esquerdo estende-se para baixo e anteriormente.

A imagem cardíaca, em perfil (Fig. 9.3), apresenta duas bordas principais: anterior e posterior.

A borda anterior compreende dois arcos:

- **Arco superior (AS):** é um arco convexo que corresponde ao infundíbulo do VD, um pequeno segmento da artéria pulmonar e a aorta ascendente.
- **Arco inferior (AI):** é vertical e representa o corpo do VD em contato com o esterno.

Borda posterior:

É dada pela borda posterior do VE, na parte inferior, e pela borda posterior do AE, na parte superior.

ÁREA CARDÍACA NORMAL

A análise da silhueta cardíaca fornece uma estimativa bastante confiável do tamanho das cavidades do coração. Os índices mais comumente utilizados para esta finalidade são o índice cardiotorácico ($A+B = C$) e o da veia cava inferior. O primeiro é analisado em PA, sendo que a soma dos maiores diâmetros transversos do coração deve ser menor que o diâmetro transverso de um hemitórax. O segundo é analisado em perfil; a medida (A) representa a distância entre o local em que a cava inferior desemboca no átrio direito e, portanto, deixa de ser visível até a parede posterior do coração. A medida (B) é efetuada entre o ponto de início da cava na borda posterior do coração e o local em que a cava inferior cruza a hem cúpula frênica esquerda. A distância A não deve ser maior que 1,8 cm e a B, nunca menor que 0,5 cm (Fig. 9.4).

AUMENTO DAS CAVIDADES CARDÍACAS

Átrio Esquerdo

O AE aumenta inicialmente para trás e o sinal mais precoce é o deslocamento posterior do esôfago, facilmente demonstrável na radiografia em perfil com esôfago contrastado. Aumenta também para a direita, determinando uma

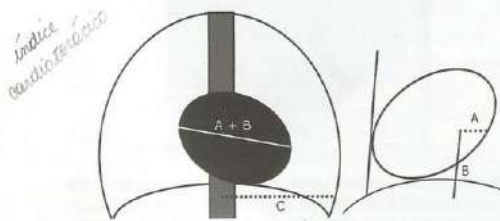


Fig. 9.4 Esquema demonstrando as principais formas de medida dos aumentos cardíacos na radiografia, que são os índices cardiotorácico ($A+B = C$) e o da veia cava inferior.

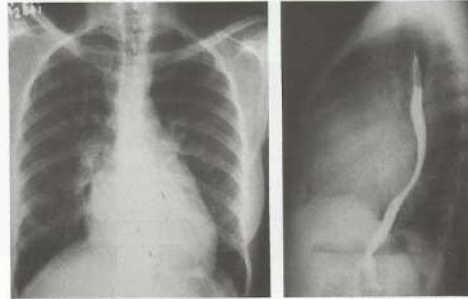


Fig. 9.5 Rx do tórax em PA e perfil com esôfago contrastado. Sinais de crescimento do AE. Em PA observa-se o aumento para a direita, determinando o sinal do duplo contorno, e, para a esquerda, fazendo abaulamento do arco médio. Em perfil ocorre deslocamento posterior do esôfago, facilmente demonstrável na radiografia feita com esôfago contrastado.

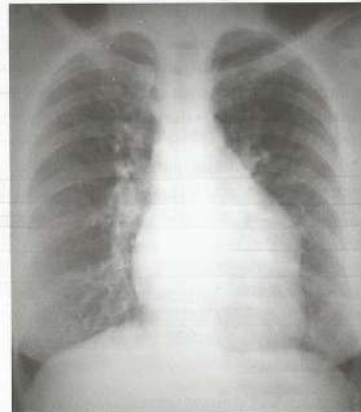


Fig. 9.6 Rx do tórax em PA. Note o aumento do AE para a esquerda, produzindo abaulamento da aurícula esquerda, que pode projetar-se entre o tronco da pulmonar e o VE, constituindo o 4.º arco cardíaco esquerdo.

sinal do duplo contorno

dupla sombra no interior da imagem cardíaca, sendo que, ao ultrapassar o contorno do átrio direito, forma o "sinal do duplo contorno" (Fig. 9.5).

Aumenta para a esquerda, produzindo abaulamento da aurícula esquerda, que pode projetar-se entre o tronco da pulmonar e o VE, constituindo o 4.º arco cardíaco esquerdo (Fig. 9.6).

Aumenta para cima e, devido a sua relação anatômica com a bifurcação brônquica, promove alargamento do ângulo da

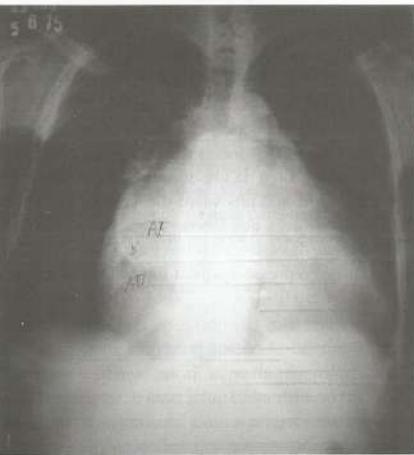
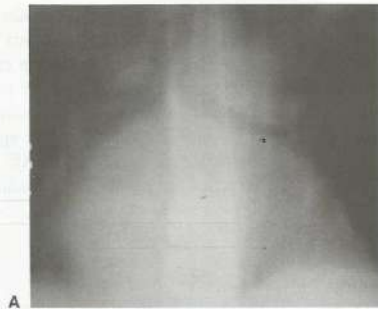


Fig. 9.7 A e B. Rx do tórax em PA. Aumento do AE para cima, promovendo alargamento do ângulo de bifurcação brônquica. Notar também o duplo contorno à direita.

Arredondado mais do que a eq. hipertrofia concêntrica

sendo assim, podemos ter arredondamento do ápice esquerdo, sem aumento do diâmetro transversal (hipertrofia concêntrica). Por outro lado, a dilatação provoca aumento no tamanho do VE.

O crescimento para a esquerda leva ao aumento do diâmetro transversal do coração. No aumento para baixo o ápice cardíaco desloca-se caudalmente, mergulhando na cúpula diafragmática.

O aumento para trás promove ocupação do espaço retrocardíaco, geralmente sem determinar compressão extrínseca no esôfago, porém alterando a relação entre a VCI, a borda posterior do coração e a cúpula frênica esquerda.

O aumento mais acentuado do VE é causado pela hipertensão arterial sistêmica, seguida de insuficiência e estenose aórtica. Outras lesões como doença aterosclerótica, hipertireoidismo e coarctação da aorta podem causar aumento desta câmara.

Átrio Direito

É a câmara cardíaca de mais difícil avaliação. Frequentemente apresenta-se muito dilatada e com pouca expressão na radiografia.

Quando ocorre aumento do AD para a direita, expande o contorno cardíaco inferior direito para este lado, acentuando a convexidade do arco inferior direito do coração e afastando a borda cardíaca direita da coluna.

O crescimento para cima eleva o ponto de interseção com a veia cava superior e, para baixo, altera o ângulo cardiofrênico (conhecido como "sinal da corda").

O AD está aumentado em defeitos do septo atrial, estenose e insuficiência tricúspides e insuficiência ventricular direita.

Ventrículo Direito

O sinal inicial de aumento do VD pode ser visto em perfil quando esta câmara cresce para a frente e para cima, aumentando a superfície de contato com o esterno, diminuindo o espaço hipertransparente retroesternal. Normalmente o VD deve tocar, no máximo, 1/3 do esterno em sua parte inferior. Esse tipo de aumento acentua a convexidade do contorno anterior por conta da dilatação do infundíbulo e tronco da artéria pulmonar. Quando o aumento do VD acentua-se, o coração tende a ser rodado para a esquerda, determinando elevação da ponta do coração ("sinal do tamanco holandês"). Um sinal indireto de sobrecarga do VD é a dilatação do tronco da artéria pulmonar (Fig. 9.8).

Nos grandes aumentos desta câmara há aumento do diâmetro transversal do coração, simulando aumento de VE.

O aumento do VD é encontrado em doenças que estimulam o trabalho desta câmara. Entre elas as doenças pulmonares, a hipertensão arterial pulmonar, estenose da valva pulmonar ou do infundíbulo e algumas lesões cardíacas congênitas.

carina, constituindo o "sinal do passo da bailarina" (ângulo maior que 90°, quando o normal é 60°) (Fig. 9.7).

A doença valvar mitral de origem reumática é a causa mais comum de aumento do AE. Ocorre também nas doenças cardíacas congênitas, especialmente na ocorrência de *shunts* intracardíacos e na insuficiência ventricular esquerda.

Ventrículo Esquerdo

O VE forma o maior segmento da borda cardíaca na radiografia pósterio-anterior. É uma cavidade que, frente a grandes sobrecargas, principalmente as de barreira, pode não apresentar modificações nas suas dimensões. O coração permanece de volume normal e surgem apenas alterações do arco ventricular esquerdo na radiografia em PA.

Grandes aumentos de VD simulam aumento de VE por também aumentam diâmetro transversal do ?

sinal do passo da bailarina

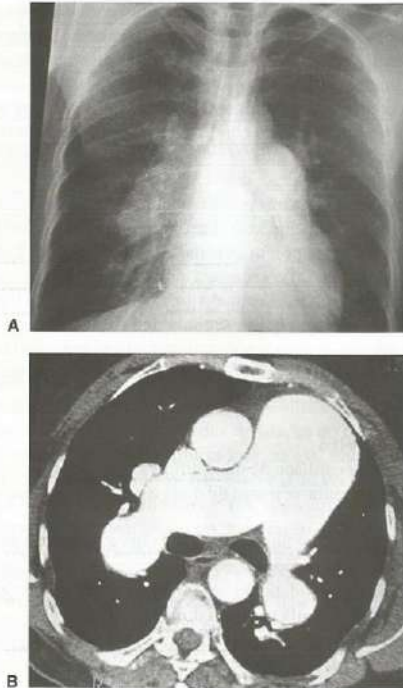


Fig. 9.8 A, Rx do tórax em PA. Grande dilatação do tronco da pulmonar (dilatação aneurismática) demonstrando sinal indireto de sobrecarga do VD; B, tomografia com contraste evidenciando grande dilatação do tronco da artéria pulmonar e dos ramos principais.

CIRCULAÇÃO PULMONAR

Há estreita relação entre as pressões das câmaras cardíacas e as pressões da circulação pulmonar. Doenças que alteram as pressões dessas câmaras acabam por interferir na fisiologia da circulação pulmonar. Assim, a avaliação da vascularização pulmonar por meio da radiologia convencional pode revelar parâmetros sobre a função de bomba do coração.

Fisiologia da Circulação Pulmonar

Pressão Ventricular Direita, Arterial Pulmonar e Capilar Pulmonar. Durante a sístole ventricular direita, a pressão na artéria pulmonar é essencialmente idêntica à do VD. Após o fechamento da válvula pulmonar, a pressão na artéria pulmonar cai lentamente à medida que o sangue flui pelos capilares pulmonares. A pressão sistólica na artéria pulmonar é de, em média, cerca de 25 mmHg. A pressão diastólica na artéria pulmonar é de cerca de 8 mmHg; a pressão média na artéria pulmonar é de cerca de 15 mmHg. A pressão capilar pulmonar estimada é de cerca de 7 mmHg.

inversão do padrão vascular pulmonar
aumento da septos pulmonares

Pressões Atrial Esquerda e Venosa Pulmonar. A pressão atrial esquerda pode ser estimada com precisão moderada ao se medir a denominada pressão capilar pulmonar em cunha. Essa pressão é medida por um cateter que chega até pequenos ramos da artéria pulmonar. A pressão capilar pulmonar é de cerca de 5 mmHg, sendo que esta pressão é aproximadamente 2-3 mmHg maior que a pressão do AE. Sendo assim, em um ser humano em decúbito, a pressão média do AE e nas veias pulmonares principais é de cerca de 2 mmHg, variando de 1 mmHg até 5 mmHg.

Alterações na Circulação Pulmonar

Estase. A estase é o distúrbio mais freqüente e reversível da circulação pulmonar, causada mais comumente pela insuficiência cardíaca ventricular esquerda e doença valvar mitral. Essas doenças elevam a pressão capilar pulmonar de seu nível normal, cerca de 7 mmHg, causando primeiramente uma inversão do padrão vascular pulmonar no PA de tórax.

Normalmente, os vasos dos lobos inferiores são mais calibrosos que os dos lobos superiores na posição ortostática, devido à força da gravidade, que torna o fluxo sanguíneo mais elevado nos vasos das bases. Quando ocorre a inversão, os vasos dos lobos superiores tornam-se mais calibrosos que os vasos dos lobos inferiores e, então, pode-se estimar que a pressão capilar pulmonar encontra-se em torno de 12 mmHg.

Edema Pulmonar. O edema pulmonar intersticial precede o edema pulmonar alveolar. É necessário ser capaz de reconhecer o líquido intersticial para determinar a presença de doença subjacente, como insuficiência cardíaca congestiva. Quando a pressão capilar pulmonar está entre 12 mmHg e 18 mmHg podem-se perceber alguns sinais de edema intersticial:

Achados radiográficos

- [Borramento ou espessamento das paredes vasculares] As margens dos vasos tornam-se indistintas e alargadas na área para-hilar, estendendo-se para fora do hilo e envolvendo vasos no parênquima pulmonar.
- [Borramento ou espessamento peribrônquico] com perda da definição da parede brônquica externa. Borramento hilar com perda da definição dos grandes vasos pulmonares centrais, e pequeno aumento da opacidade devido ao edema intersticial anterior e posterior ao hilo.
- [Aparecimento das linhas septais A e B de Kerley.] As linhas B de Kerley são linhas horizontais densas que medem 1,5 a 2 cm de comprimento, sendo mais bem observadas na parte inferior e lateral do pulmão, junto aos seios costofrênicos. Constituem septos interlobulares secundários (estruturas anatômicas normais) que se tornam visíveis quando espessados por líquido (Fig. 9.9). As linhas A de



Fig. 9.9 Imagem localizada da base pulmonar direita em PA demonstrando as linhas B de Kerley.

Kerley são mais longas e variam, quanto ao comprimento, de 5 a 10 cm. Tendem a ser retas ou ligeiramente curvas e estendem-se dos hilos ou da área para-hilar em direção à periferia. São vistas nos lobos superiores e tendem a aparecer no edema intersticial agudo. Indicam líquido nos septos interlobulares, principalmente nos lobos superiores.

O edema subpleural pode ser mais bem observado adjacente à fissura menor à direita, mas também pode ser notado ao longo das fissuras maiores nas projeções laterais. Perifericamente pode haver líquido de edema suficiente para simular espessamento pleural.

O edema da parede alveolar ocorre mais tardiamente, depois que os espaços intersticiais alveolares estão cheios



Fig. 9.10 Rx de tórax em PA, mostrando aumento da área cardíaca e condensações alveolares nas regiões paracardíacas, configurando o padrão em asa de borboleta.

→ edema bilateral

opacidades peri-hilares
↓
insuficiência renal

de líquido. Desse estágio em diante poderá haver, então, o enchimento alveolar, se o líquido continuar a acumular-se nos pulmões.

Edema Alveolar. Com pressões capilares pulmonares acima de 18 mmHg ocorre a passagem do transudato para o interior dos alvéolos (edema alveolar).

Achados radiográficos

- Os achados radiográficos clássicos do edema pulmonar alveolar são aqueles de opacidades bilaterais que se estendem externamente em leque a partir do hilo ("edema em asa de borboleta") (Fig. 9.10). As regiões pulmonares periféricas ficam relativamente limpas, o que inclui tanto as bases quanto os ápices, exceto na insuficiência cardíaca congestiva (ICC), em que há edema basal bilateral.

Em caso de edema alveolar moderado, a opacidade é esparsa, mas pode tornar-se bastante homogênea com a evolução do processo. Neste último caso, os alvéolos cheios de líquido que circundam brônquios cheios de ar podem, em consequência disso, permitir a visualização dos brônquios como espaços radiotransparentes lineares ("broncograma aéreo") no interior da opacidade. A opacidade é, com frequência, bilateral e relativamente simétrica.

O derrame pleural associa-se comumente ao edema, especialmente na ICC (Fig. 9.11) e na uremia.

As radiografias seriadas mostram, frequentemente, alterações rápidas no volume e na distribuição do edema, perceptíveis de um dia para o outro. Um edema pulmonar, no início da evolução e de menor gravidade, pode produzir opacidades esparsas localizadas que simulam um acometimento nodular. Os supostos nódulos são, porém, mal delimitados e constituem, provavelmente, líquido de edema que enche os ácinos (partes do pulmão distalmente aos bronquíolos terminais).

Indicações da Causa do Edema Pulmonar. No edema secundário à insuficiência cardíaca, as observações de cardiomegalia, redistribuição vascular pulmonar para os lobos superiores, edema basal e derrame pleural constituem fortes indicações de que o edema é decorrente de cardiopatia.

O edema pulmonar causado por insuficiência renal com uremia (edema azotêmico) produz opacidade peri-hilar central nos pulmões.

O edema pulmonar causado pela inalação de gases irritantes tende a ser mais generalizado que os outros tipos e acarreta uma aparência reticulada e esparsa que se estende mais para a periferia e com envolvimento central um pouco menor que aquele visto na uremia. Tende a ser, também, mais basal.

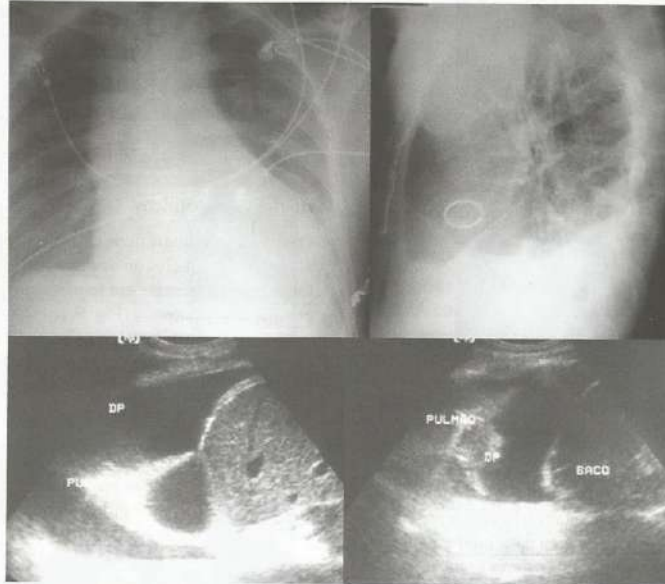


Fig. 9.11 Correlação entre a radiografia de tórax e a ultra-sonografia do tórax na identificação do derrame pleural. Estes métodos atualmente são complementares nesta abordagem e podem auxiliar a drenagem do derrame pleural.

Tromboembolia Pulmonar (TEP)

A TEP ocorre quando um ou mais êmbolos impactam em ramos do leito arterial pulmonar. Esses êmbolos podem ser formados por materiais diversos, como gotas de gordura, bolhas de ar, células neoplásicas, líquido amniótico; porém, mais freqüentemente, constituem-se de trombos sanguíneos que se desprendem de veias dos membros inferiores e veias pélvicas. Muitas vezes a isquemia causada pela tromboembolia culmina em infarto do parênquima pulmonar.

Embolia Pulmonar Maciça. Ocorre quando um ou mais êmbolos maiores impactam nas artérias pulmonares ou em seus ramos principais. Isso leva a uma rápida e importante obstrução do fluxo vascular, aumentando a pressão arterial pulmonar, que pode levar a dilatação e, em seguida, falência ventricular direita.

O paciente, geralmente, apresenta-se taquipnéico, dispnéico, com dor torácica do tipo pleurítica, e, possivelmente, hipotenso e cianótico. Hemoptóicos podem estar presentes. O exame físico pode revelar hipofonese do componente pulmonar da segunda bulha (P2), enquanto o eletrocardiograma (ECG) pode revelar sobrecarga de VD.

dor pleurítica

Achados radiográficos

- Dilatação do tronco arterial pulmonar, levando a aumento do arco médio esquerdo do coração. Algumas vezes pode ser visto o aumento da artéria pulmonar lobar inferior direita (sinal de Palla) (Fig. 9.12).



Fig. 9.12 Detalhe do mediastino inferior em PA. Observar a retificação do arco médio e a dilatação da artéria pulmonar lobar inferior direita (sinal de Palla).

Ectasia da AP lobar inferior direita - sinal de Palla.

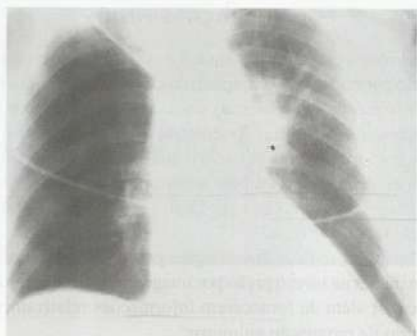


Fig. 9.13 Rx de tórax em AP, feito no leito. Observar o sinal de Westermark.

- Pode ser vista interrupção do trajeto vascular, com diminuição abrupta do calibre, constituindo o "sinal do nó".
- A hipoperfusão de áreas pulmonares afetadas pode acarretar hipertransparência por oligoemia (sinal de Westermark) (Fig. 9.13). Áreas poupadas podem apresentar-se

hipotransparentes devido à hiperperusão compensatória, sendo, às vezes, vista uma densidade periférica em forma de cunha com a base pleural e o ápice direcionado ao hilo pulmonar (sinal de Hampton) (Fig. 9.14).

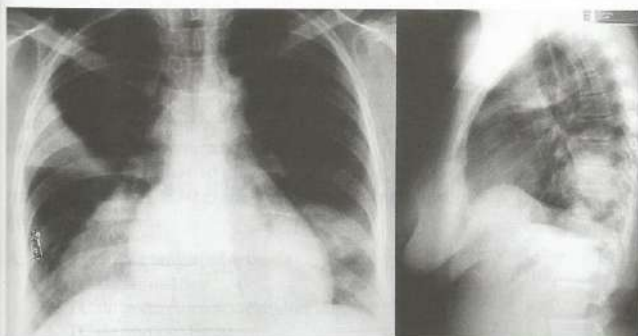
- A área cardíaca pode estar moderadamente aumentada.

Embolia Pulmonar Leve a Moderada. Quando o(s) êmbolo(s) é(são) pequeno(s), de modo que não se desenvolve um *cor pulmonale* imediatamente, as mudanças na radiografia de tórax levam mais tempo para ocorrer. O paciente pode apresentar-se em bom estado geral, ansioso, levemente dispnéico e com dor pleurítica.

Achados radiográficos

- A hipoperfusão das áreas afetadas pode levar a uma redução de volume do pulmão. É comum observar elevação do diafragma do lado afetado. Poucos dias depois, podem ser observadas áreas de atelectasia, que são causadas por colapso alveolar conseqüente à hipoventilação.

Infartos Pulmonares. Um infarto pode desenvolver-se em decorrência da isquemia da área afetada pela embolia. Pode ser de difícil visualização e ser acompanhado de derrame



- sinal de Palla AP-10
- sinal do nó
- sinal de Hampton
- Hampton
- sinal de Westermark
- hipertransparência

Fig. 9.14 Rx de tórax em PA e perfil. Opacidades pulmonares bilaterais. Observar o sinal de Hampton.

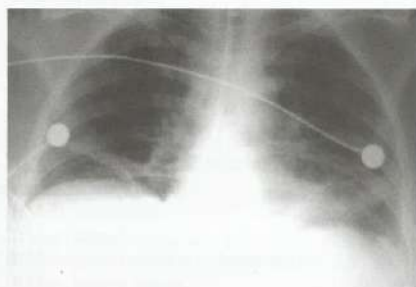


Fig. 9.15 Rx de tórax no leito, com monitorização cardíaca e cateter enteral. Notar os achados de elevação do hemidiafragma bilateralmente, com pequeno derrame pleural e atelectasia bibasilar.

pleural hemorrágico, o qual pode ser visto como uma pequena coleção de fluido no seio costofrênico.

Os infartos costumam aparecer como áreas de consolidação de limites mal definidos, próxima à superfície pleural. Essas áreas comumente desaparecem com o tempo ou permanecem como uma estria linear, pelo processo de fibrose.

Os seguintes sinais sugerem infarto do parênquima pulmonar: elevação do hemidiafragma do lado afetado, indicando diminuição do volume pulmonar; derrame pleural unilateral, geralmente pequeno; consolidação do parênquima pulmonar; atelectasia e sombras lineares (Fig. 9.15). Os infartos ocorrem principalmente nas bases, com prevalência maior do lado direito.

- Infartos → áreas de consolidação de limites mal definidos*
- elevação do diafragma
 - derrame pleural
 - consolidação do parênquima
 - atelectasia

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A radiologia convencional ainda é o primeiro exame na avaliação por imagem do coração e da circulação pulmonar. O conhecimento dos principais sinais é de grande importância, principalmente para o médico assistente, que, inúmeras vezes, irá traçar condutas sem o auxílio do radiologista.

A ecocardiografia é hoje o método mais utilizado na abordagem cardíaca por ser fácil, portátil e com grande potencial diagnóstico.

Assim, as radiografias simples permitem uma abordagem inicial na investigação por imagem do sistema cardiovascular, além de fornecerem informações relativamente seguras da circulação pulmonar.

Ecocardiografia

Aparelho Cardiovascular – Parte 2

Marcelo Nacif
Flávio Azeredo

INTRODUÇÃO

Com a utilização de aparelhos de tomografia computadorizada de 64 fileiras de detectores e de aparelhos de ressonância magnética com 1,5 tesla com softwares que possibilitam o estudo do coração e das coronárias, este tema tem sido cada vez mais discutido e empregado no cenário nacional.

Como os futuros médicos são os alunos em graduação, estes deverão ter o mínimo de conhecimento da tecnologia para utilizá-la de forma consciente, evitando gastos indesejáveis em saúde pública.

Existem pelo menos 10 tipos de exames que podem ser realizados pela TC e 10 exames que podem ser realizados pela RM. São eles:

A. Tomografia computadorizada

1. TC de coronárias
2. TC da aorta (torácica e abdominal)
3. TC da aorta e ilíacas
4. TC da aorta e ramos principais (tronco celíaco, mesentéricas e renais)
5. TC das artérias pulmonares
6. TC das veias cavas superior e inferior
7. TC das artérias ou das veias dos membros inferiores (coxas ou pernas)
8. TC do coração
9. TC das artérias e veias do pescoço
10. TC das artérias e veias do crânio

B. Ressonância magnética

1. RM de coronárias
2. RM do coração
3. RM da aorta (torácica e abdominal)
4. RM da aorta e ilíacas

5. RM da aorta e ramos principais (tronco celíaco, mesentéricas e renais)
6. RM das artérias pulmonares
7. RM das veias cavas superior e inferior
8. RM das artérias ou das veias dos membros inferiores (coxas ou pernas)
9. RM das artérias e veias do pescoço
10. RM das artérias e veias do crânio

Serão apresentadas, de maneira simples, as diversas formas de abordagem por esses métodos modernos, ressaltando que, atualmente, a RM de coronária ainda está sendo utilizada unicamente para pesquisa médica ou para identificação de anomalias de origem desses vasos. No entanto, nunca devemos deixar de avaliar os exames mais simples, pois estes podem demonstrar a doença arterial coronária em inúmeras circunstâncias (Fig. 10.1).

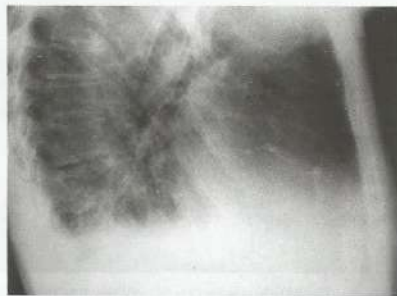


Fig. 10.1 Radiografia do tórax em perfil, localizada, mostrando calcificações grosseiras nas coronárias.

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE CORONÁRIAS

A tomografia computadorizada com 64 colunas de detectores disponibiliza, hoje, para a prática clínica, um excelente método não-invasivo de visualização das artérias coronárias, de detecção e estimativa de estenoses ou dilatações vasculares (artérias e veias) e da patência de *stents* coronários e enxertos vasculares arteriais ou venosos.

PROTOCOLO BÁSICO

O estudo das coronárias pela TC de 64 colunas de detectores é acoplado ao ECG e necessita de:

- Controle da frequência cardíaca (abaixo de 65 bpm)
Administrados até 20 mg de metoprolol (EV)
- Otimização da análise coronariana
5 mg de dinitrato de isossorbida SL
- Avaliação de escore de cálcio
Aquisição convencional com *trigger* prospectivo e 2,5 mm de colimação

Angiografia Coronariana por TC

- Aquisição helicoidal com *trigger* retrospectivo, 0,625 mm de colimação, modulação automática de dose do tu-

bo com mínima de 450 mA e máxima de 800 mA entre as fases de 40 a 80% e voltagem de 120 a 140 kV

- Meio de contraste venoso
Média de 70 ml de contraste iodado não-iônico (fórmula)
60 ml de soro fisiológico
Bomba injetora dupla com fluxo de 5,0 a 5,5 ml/s
- Reconstrução dos dados brutos
Reconstruídas 20 fases cardíacas e selecionada a que apresenta o menor grau de movimento cardíaco no nível das artérias coronárias

Podem ser analisados cerca de 22 segmentos nas coronárias nativas (Fig. 10.2).

Comentários

O exame pode ser realizado em qualquer faixa etária, sendo iniciado com o escore de cálcio e posteriormente ser realizado o estudo angiográfico.

A maioria dos estudos é de origem ambulatorial, mas na inserção hospitalar vários destes poderão ser realizados no cenário da dor torácica. Sendo assim, este exame não apenas pode analisar as coronárias, como também a aorta torácica e a artéria pulmonar, descartando qualquer evidência de doença de causa vascular torácica.

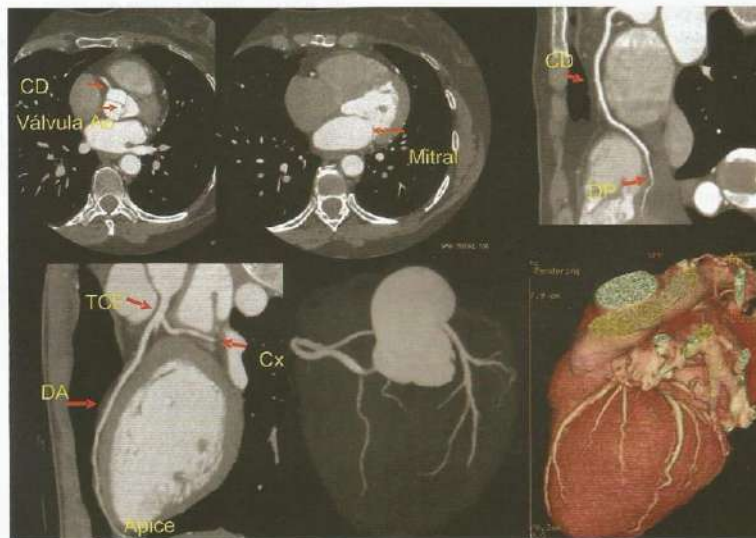


Fig. 10.2 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais nos planos axiais nas válvulas aórtica (Ao) e mitral. Reconstruções curvas das coronárias direita (CD) e descendente posterior (DP). Reconstruções curvas do tronco das coronárias esquerda (TCE), descendente anterior (DA) e circunflexa (Cx). Reconstrução angiográfica, imagem semelhante ao cateterismo e em 3D.

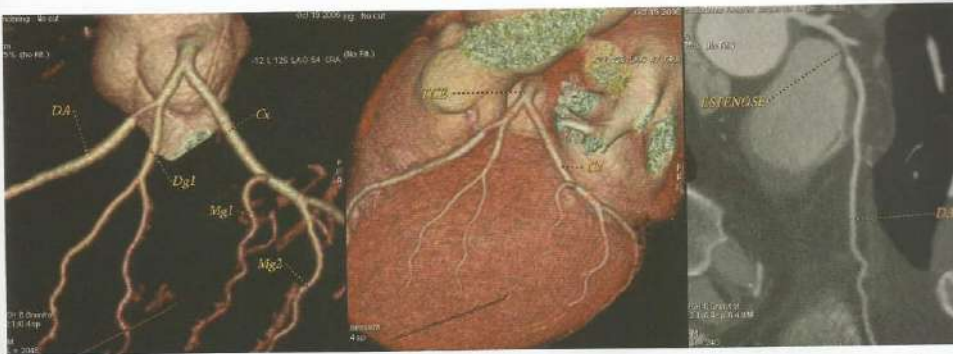


Fig. 10.3 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais com reconstruções superficiais das coronárias, 3D e curva demonstrando estenose no terço proximal da DA. DA, descendente anterior; Dg1, primeira diagonal; Mg1 e Mg2, primeira e segunda diagonais; Cx, circunflexa; TCE, tronco da coronária esquerda.

Quanto à análise luminal, em relação às estenoses, podem ser utilizados vários critérios mas, de forma geral, considera-se discreta $\leq 50\%$, moderada $>50\%$ e $<70\%$, importante $>70\%$ e significativa (moderada ou importante). Observamos, na prática, que uma classificação discreta/moderada pode ser considerada e isto significa que existe estenose moderada mas ela está no limite inferior, algo próximo a 55 ou 60%. Na presença de estenose moderada/importante, o mesmo deve ser identificado. A lesão será moderada, porém no limiar superior, algo próximo a 70% (Fig. 10.3).

A maior importância da TC de coronária (TCCor) é o descarte da doença arterial coronária (DAC). Já está comprovado, em correlação com o cateterismo, que, na análise anatômica vascular, existe alto valor preditivo negativo, isto é, quando o exame é normal, não existe doença coronária (Fig. 10.4).

Em relação ao estudo dos *stents*, isto depende da constituição do material destes. Os que possuem material metálico mais denso (geralmente os mais antigos) são de difícil análise, quase impossível pelo método; já nos que possuem material metálico menos denso (geralmente os mais novos), a análise é perfeita e factível. Isto independe se são farmacológicos ou não. Sendo assim, quando estivermos frente a um exame em que a análise foi possível, pode-se considerar a informação do laudo (Fig. 10.5). Se a análise não for possível, no laudo constará: “análise do *stent* prejudicada ou difícil”.

Em relação aos estudos dos enxertos, poderão ser realizados de forma simples e completa, desde os arteriais ou venosos, em sua origem, trajeto, anastomose com a coronária nativa e o leito distal (Fig. 10.6).

A tomografia computadorizada tornou-se um método de grande valia no estudo dos pacientes revascularizados. O es-

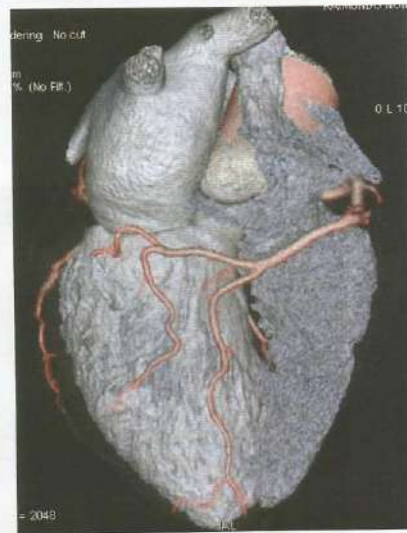


Fig. 10.4 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais. Reconstrução angiográfica em cores com ventriculografia.

tudo do enxerto, da artéria nativa e do leito distal com um exame minimamente invasivo, rápido e com alto valor preditivo negativo agrada aos pacientes e aos médicos assistentes.

Em relação aos segmentos coronários estudados, estes podem ser acessados de forma completa.

Sendo assim, a experiência atual com a TCCor demonstra que esta pode ser útil não somente em excluir ou de-



Fig. 10.5 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais. Estudo de *stents* prévios seqüenciais na DA.



Fig. 10.6 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais. Estudo de enxertos da mamária para DA (Mamária-DA) e suas anastomoses. Também é identificado o enxerto de veia safena para coronária direita (safena-CD) (setas).

tectar estenoses significativas mas, também, em identificar presença de DAC incipiente com estenoses leves ou apenas placas. Isto poderá trazer possíveis benefícios no sentido da iniciação precoce ou otimização da terapêutica desses pacientes.

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO CORAÇÃO

Com base no volume de informações adquiridas na hélice para a angio-TC de coronárias pode-se fazer reconstruções

e um pós-processamento completo para identificar, de forma simples, a função ventricular (Fig. 10.7), os planos valvares, o pericárdio e o miocárdio (Fig. 10.8).

Ainda estão em estudo protocolos para análise de viabilidade e doença isquêmica (perfusão) pela TC.

Já observamos, atualmente, a possibilidade de utilização do método em planejamento pré-operatório de algumas cirurgias cardíacas como, por exemplo, a reconstrução de aneurismas ventriculares.

Os avanços estão acontecendo e isto será realidade em pouco tempo.



Fig. 10.7 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais. Estudo da função do ventrículo esquerdo com fração de ejeção, volume sistólico, volume diastólico final e sistólico final.

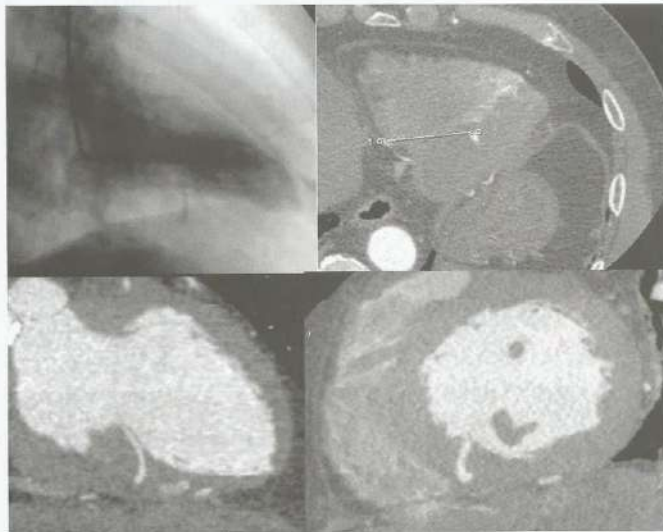


Fig. 10.8 Ventriculografia realizada na sala de hemodinâmica demonstrando formação diverticular na parede inferior do VE. Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais demonstrando a exata relação do miocárdio e da cavidade ventricular esquerda. Note que, no fundo do divertículo, o remanescente miocárdico é fino e pode ser responsável por ruptura parietal. A tomografia pode ser utilizada para planejamento cirúrgico pois demonstra exatamente a topografia do divertículo e sua extensão.

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DA AORTA

A angiotomografia computadorizada disponibiliza, de forma prática e simples, uma análise completa da aorta em todos os seus segmentos.

Podemos aqui analisar aneurismas, hematoma parietal, úlcera, dissecação, ruptura e complicações pós-cirúrgicas.

PROTOCOLO BÁSICO

O estudo angiográfico por TC necessita de:

- Tempo para início da hélice: de 22 a 30 segundos
- Aquisição helicoidal com modulação automática de dose do tubo com mínima de 450 mA e máxima de 800 mA e voltagem de 120 a 140 kV
- Meio de contraste venoso
Média de 80 ml de contraste iodado não-iônico (fórmula) 60 ml de soro fisiológico
- Reconstrução dos dados brutos
3D, *volume rendering* e MIP (*maximum intensity projection*)

Comentários

O estudo pela TC da aorta vem sendo realizado há mais de uma década pelos radiologistas, em sua prática diária. É claro que a tecnologia chega mais rápido em alguns centros do que em outros, mas a realidade atual é de que qualquer aparelho helicoidal consiga realizar este tipo de exame.

Aneurismas

Alguns dados importantes sobre a aorta torácica seriam os diâmetros a serem considerados: diâmetro $>4,0$ cm – ec-

tasia; diâmetro $>5,0$ cm – aneurisma (Fig. 10.9); diâmetro $>6,0$ cm – risco de ruptura.

Um dado a ser considerado em qualquer dilatação aórtica é a velocidade de crescimento, o que faz de exames seriados no controle da dilatação algo importante para o conhecimento de um aneurisma (Fig. 10.10).

A existência de um pseudo-aneurisma pode se dar por dois mecanismos:

- ruptura focal contida pela adventícia com ou sem tecido fibroso e
- trauma – cirurgia, punção.

Úlceras

As úlceras da aorta (Fig. 10.11) podem ter vários comportamentos e isto dependerá da região da parede acometida. Sendo assim, podemos encontrar úlceras que atingem a íntima, poupando a média e a adventícia (Fig. 10.12). Outras poderão atingir a média, poupando a adventícia, e neste caso, poderemos ter três tipos de evolução: dissecação, hematoma contido ou aneurismas saculares. A outra forma de apresentação é a que atinge a adventícia: isto é igual a ruptura.

Dissecação

Existem duas classificações utilizadas: as de De Bakey e de Stanford.

Na classificação de De Bakey (Fig. 10.13) temos:

Tipo I – ascendente e descendente (Fig. 10.14)

Tipo II – ascendente (Fig. 10.15)

Tipo III – descendente (Fig. 10.16)



Fig. 10.9 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais. Paciente com síndrome de Marfan e aneurisma da aorta ascendente que envolve a raiz aórtica e o ânulo valvar.

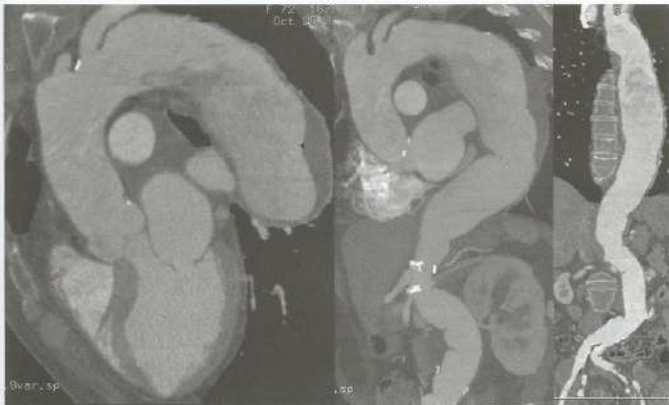


Fig. 10.10 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais. Aneurisma da aorta descendente com trombo mural. Reconstruções em MIP e MPR.

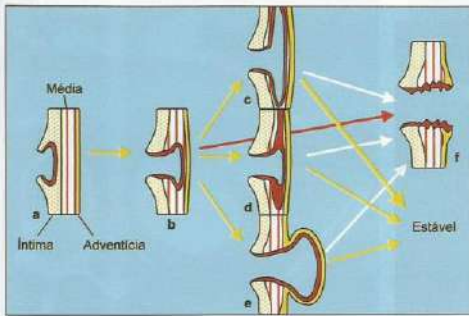


Fig. 10.11 Esquema representando as diversas formas de apresentação da úlcera de aorta.

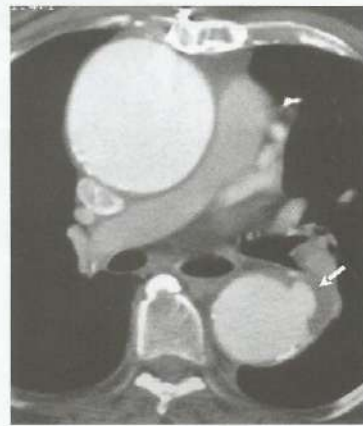


Fig. 10.12 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais. Observe a úlcera na aorta descendente (seta).

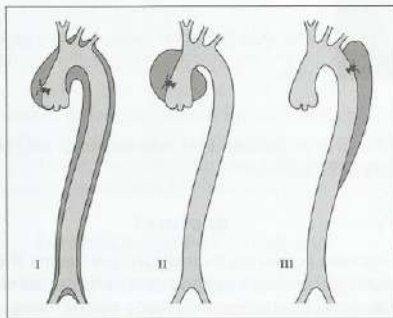


Fig. 10.13 Esquema representando a classificação de DeBakey.



Fig. 10.14 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais demonstrando uma dissecção tipo I de De Bakey.

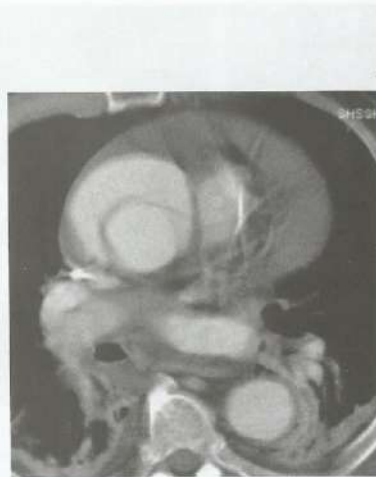


Fig. 10.15 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais demonstrando uma dissecção tipo II de De Bakey.



Fig. 10.16 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais demonstrando uma dissecção tipo III de De Bakey.

Na classificação de Stanford temos:
 Tipo A – ascendente
 Tipo B – descendente

Temos que ter em mente que nem todas as dissecções são agudas ou emergências médicas; podemos encontrar, inúmeras vezes, dissecções crônicas e estabilizadas. Sendo assim, o encontro da dissecção deverá estar na vigência de

dor torácica ou instabilidade hemodinâmica para ser uma emergência médica.

Rupturas

As rupturas podem ser traumáticas, por trauma aberto ou fechado, posteriores a rupturas de aneurismas, na vigência de dissecção ou úlceras, como visto anteriormente.

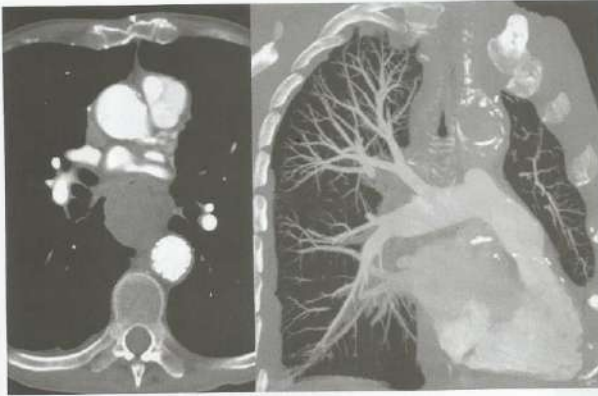


Fig. 10.17 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais demonstrando ruptura para a parede e luz do esôfago.

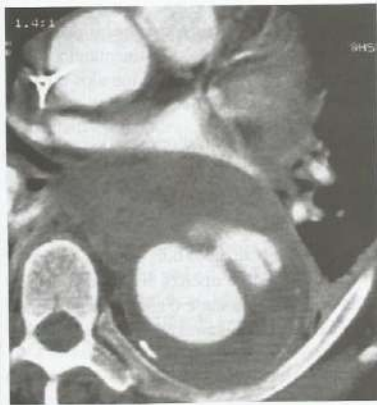


Fig. 10.18 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais demonstrando ruptura da aorta descendente.

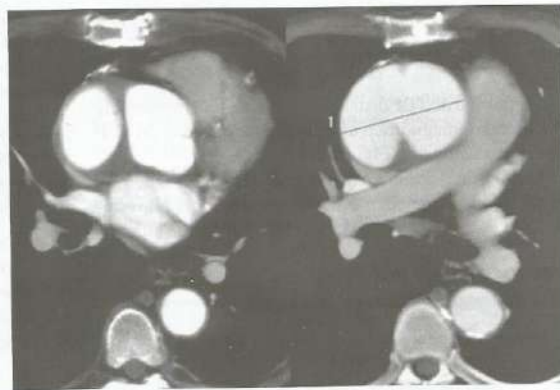


Fig. 10.19 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais demonstrando um pseudo-aneurisma pós-operatório na raiz da aorta.

Em inúmeras situações a ruptura poderá ser para o mediastino, para o pericárdio, para o espaço pleural ou para o esôfago, como no caso apresentado na Fig. 10.17.

A região de maior incidência de ruptura aórtica por trauma fechado é a origem da aorta descendente, com 88,8% (Fig. 10.18) e a aorta ascendente com 3,2%, sendo os outros segmentos incluídos nos 8% restantes.

Complicações Pós-cirúrgicas

São acontecimentos raros embora possíveis mesmo em mãos experientes, por vezes evoluindo como pseudo-aneu-

rismas próximos ao local da manipulação cirúrgica ou ao botão aórtico (Fig. 10.19).

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DAS ARTÉRIAS PULMONARES

A angiotomografia computadorizada para estudo do tromboembolismo pulmonar (TEP) é um método simples que basicamente demonstra falhas de enchimento vasculares. O TEP central ou proximal (Fig. 10.20) pode ser visto em qualquer paciente; nos pacientes que possuem derrame pleural moderado a volumoso ou consolidações pulmonares,



Fig. 10.20 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais demonstrando um grande trombo na artéria pulmonar direita.

o diagnóstico de TEP distal pode ser difícil. Já na ausência de um outro diagnóstico a ser avaliado, o estudo do TEP distal fica facilitado (Fig. 10.21).

Os diferentes aparelhos irão ajudar no diagnóstico do TEP distal. Todos os aparelhos helicoidais podem fazer este estudo, mas os aparelhos de 64 canais são os mais precisos.

PROTOCOLO BÁSICO

O estudo angiográfico por TC necessita de:

- Tempo para início da hélice: de 13 a 18 segundos

- Aquisição helicoidal com modulação automática de dose do tubo com mínima de 450 mA e máxima de 800 mA e voltagem de 120 a 140 kV
- Meio de contraste venoso
Média de 80 ml de contraste iodado não-iônico
60 ml de soro fisiológico
- Reconstrução dos dados brutos
3D, *volume rendering* e MIP (*maximum intensity projection*)

Comentários

No estudo do tromboembolismo pulmonar o diagnóstico dependerá do calibre do vaso com o trombo, isto é:

grandes vasos: sensibilidade – 90%
especificidade – 90%

pequenos vasos: sensibilidade – 53%
especificidade – 63%

Com os aparelhos multidetectores a sensibilidade para o diagnóstico em pequenos vasos está aumentando.

Alguns achados adicionais estão relacionados a maior incidência de embolia pulmonar. São eles:

- achados de falência ventricular direita,
- dilatação ventricular direita e
- abaulamento do septo interventricular em direção à cavidade esquerda.

Atualmente podem ser realizados dois estudos com uma única injeção de contraste, de apenas 80 ml, analisando os segmentos da artéria pulmonar e o retorno venoso dos membros inferiores. Assim, podem ser feitos o diagnóstico do TEP e da sua origem.



Fig. 10.21 Tomografia computadorizada em aparelho de 64 canais demonstrando múltiplas falhas de enchimento em ramos distais da artéria lobar inferior direita com infarto pulmonar associado e um pequeno derrame pleural.

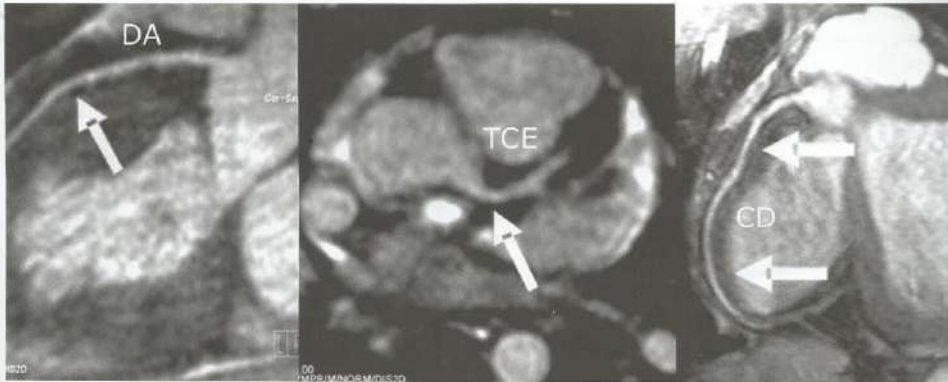


Fig. 10.22 Ressonância magnética do coração com a técnica *hole-heart* demonstrando a coronária descendente anterior (DA), o tronco da coronária esquerda (TCE) e a coronária direita (CD). Exames realizados no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFRJ.

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE CORONÁRIAS

Ainda em caráter experimental; oferece a perspectiva de se tornar o exame ideal, já que é um método não-invasivo, que não necessita de radiação ou contraste nefrotóxico para a sua realização.

Os avanços são promissores, pois a RM tem possibilidade de diferenciar os diversos tecidos, como fibrose, gordura, hemorragia, entre outros. A avaliação da parede das artérias coronárias por este método poderá diferenciar as diversas placas (lipídicas, fibróticas ou hemorrágicas), mas isto ainda não é realidade em nossa prática diária.

O estudo de aneurismas coronários (Kawasaki) ou de anomalias de origem já é possível (Fig. 10.22).

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DO CORAÇÃO

Técnicas-padrão em Ressonância Magnética do Coração

Os recentes avanços da ressonância magnética (RM) cardíaca poderão ser utilizados para detectar e quantificar as disfunções ventriculares, tornando-se de grande valia para estimar o prognóstico dos pacientes. Ademais, a capacidade de um estudo multimodal, isto é, em um único exame, proporcionar estudo da função segmentar e regional, em repouso ou em estresse farmacológico, fluxo valvar, realce tardio e perfusão miocárdica, seja em repouso ou em estresse, e o complemento angiográfico fazem da RM o método mais completo de análise cardiovascular.

As seguintes técnicas são empregadas:

SPIN-ECHO ACOPLADA AO ECG

As seqüências de pulso spin-echo (SE) consistem em pulsos de 90° com excitação da radiofrequência seguidos de outro pulso com 180° capaz de decodificar os dados das imagens. Os contrastes das imagens poderão ser mudados desde um moderado T1 (Fig. 10.23) a um pesado T2, dependendo dos valores de TE ou TR utilizados.

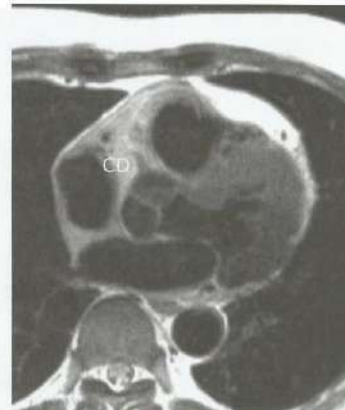


Fig. 10.23 Ressonância magnética do coração com a técnica de sangue escuro e sem supressão de gordura demonstrando o ostio da coronária direita (CD). Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFRJ.

Essas seqüências fornecem uma boa relação anatômica do coração e estão habilitadas em quase todos os aparelhos de RM.

A dilatação dos ventrículos e o afinamento de suas paredes podem ser detectados adequadamente por esta técnica. As imagens geradas em SE demonstram o sangue preto e as paredes do coração em tons de cinza.



Fig. 10.24 Ressonância magnética do coração com a técnica de IR duplo, sangue escuro e sem supressão de gordura demonstrando um plano em quatro câmaras. Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFRJ.



Fig. 10.25 Ressonância magnética do coração com a técnica de IR triplo, sangue escuro e com supressão de gordura demonstrando um plano em quatro câmaras. Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFRJ.

Novas seqüências de pulso, como as de inversão da recuperação (IR) dupla (Fig. 10.24) ou tripla (Fig. 10.25) em pulsos rápidos da técnica em SE produzem imagens anatômicas ainda melhores.

Essas técnicas permitem alta resolução espacial em múltiplos planos, tais como eixos curto e longo, imagens do coração com supressão do sangue (IR duplo) e com supressão da gordura (IR triplo), e ainda demonstram claramente o afinamento miocárdico.

As seqüências em SE são estáticas, adquiridas em uma fase única durante a diástole média e basicamente são utilizadas para estudo anatômico. Recentemente esta técnica, particularmente o IR duplo e triplo com TE longo, passou a possibilitar a identificação do aumento da concentração de água no miocárdio (edema), podendo auxiliar o estudo da miocardite.

Gradient-echo (cine-RM) Acoplada ao ECG

A tradicional seqüência de *gradient-recalled echo* (GRE) consiste em pulsos de excitação da radiofrequência com ângulo de inclinação α seguidos de um campo com polaridade oposta ao campo do gradiente para trazer os spins dentro de uma formação coerente da imagem. Além da densidade protônica pesada em T1 e T2, seqüências GRE (Fig. 10.26) são pesadas em T2* porque a defasagem dos spins resulta de um campo magnético não-homogêneo que não é novamente focado com um gradiente reverso.

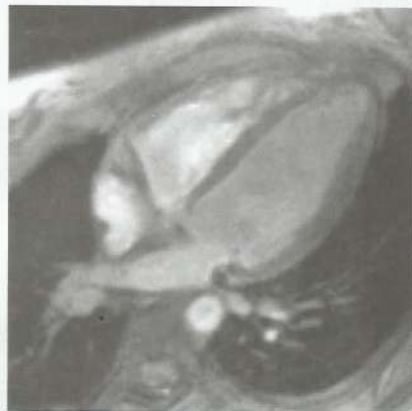


Fig. 10.26 Ressonância magnética do coração com a técnica cine-flash demonstrando um plano em quatro câmaras. Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFRJ.

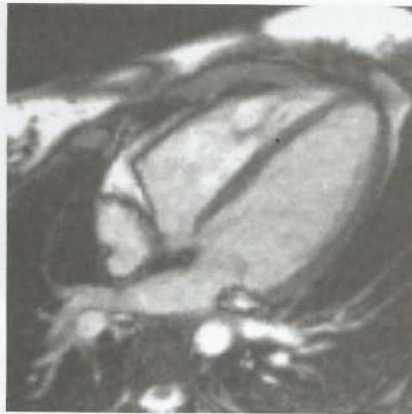


Fig. 10.27 Ressonância magnética do coração com a técnica cine-truffi demonstrando um plano em quatro câmaras. Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFPRJ.

Recentemente o uso da técnica SSFP (Fig. 10.27) (*steady-state free precession*) gradient-echo substituiu completamente o uso das técnicas tradicionais de gradient-echo para o estudo dinâmico em cine-RM. Uma das principais razões para esta mudança foi o excelente contraste observado entre a cavidade ventricular e a parede, o que facilita o estudo do endocárdio (visualmente ou de forma automática). Isto é mandatório para o estudo dos volumes, massa e função pela

cine-ressonância. As seqüências SSFP (Fig. 10.28) possuem grande dependência na relação tecidual entre T2/T1 e são menos importantes para a entrada (*in-flow*) do sangue.

Isto tem melhorado a visualização das bordas do endocárdio e epicárdio por meio das imagens em SSFP para avaliações do tamanho da câmara e do movimento da parede. Estas seqüências novas possuem tempos curtos de TR e TE (p. ex., TR/TE, 2/0,9) o que permite tempos rápidos de aquisição (p. ex., 6 segundos) e mesmo exames em tempo real. O método SSFP foi descrito primeiramente em meados dos anos 1980; entretanto, não foi utilizado até que melhorias técnicas nos equipamentos e nos gradientes dos aparelhos pudessem trazer esta técnica para o uso clínico rotineiro e significativo. Os parâmetros-padrão para esta seqüência de pulso são: TR 3,9 ms, TE 1,7 ms, FA 45°, 20 ciclos cardíacos, 8 imagens por segmento, matriz 256 × 128, ST 8 mm, abertura 2 mm e FOV 32-38 cm.

Para as medidas dos volumes, fração de ejeção e massa, usamos primeiramente as seqüências em eixo curto como dados de base para a análise. Os volumes e a fração de ejeção do VE são analisados usando os softwares especificamente projetados, aplicando o método de Simpson (uma análise 3D verdadeira) em imagens de eixo curto no final da sístole e final da diástole (Fig. 10.29). A função segmentar pode ser classificada como normal, hipocinética, acinética, assíncronica ou discinética.

As seqüências rápidas acopladas ao ECG em gradient-echo (cine-RM) são usadas tradicionalmente para o estudo da função cardíaca. Estas imagens permitem a análise da função ventricular global com medida exata do volume, da fração de

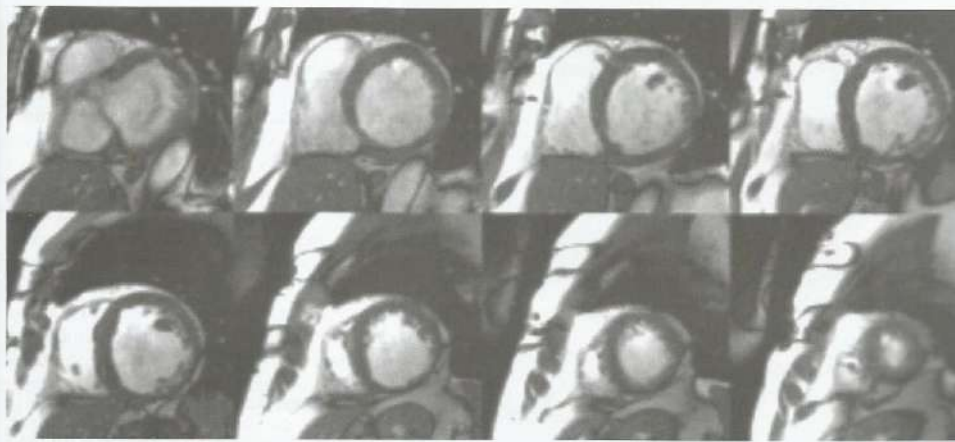


Fig. 10.28 Ressonância magnética do coração com a técnica cine-truffi demonstrando planos no eixo curto do VE. Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFPRJ.

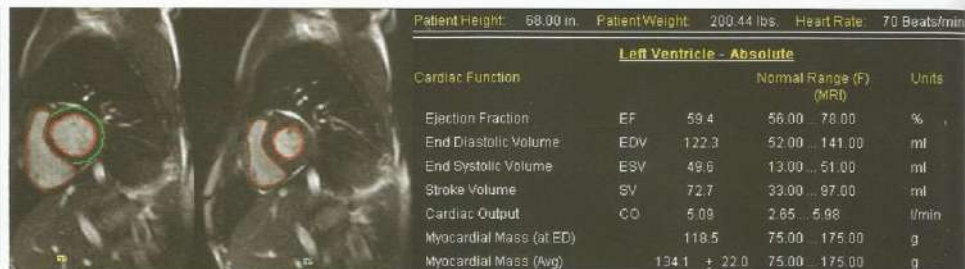


Fig. 10.29 Ressonância magnética do coração demonstrando o cálculo da fração de ejeção, volumes diastólico final e sistólico final, débito cardíaco, volume sistólico e massa do VE. Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFRJ.

ejeção e dos volumes ventriculares e atrial. Desde então, a RM cardíaca foi considerada o padrão-ouro para a avaliação da função cardíaca global, do volume e da massa (Fig. 10.30).

A cine-RM gera imagens do coração em que o sangue aparece como uma estrutura brilhante e o tecido cardíaco como escuro. A reprodutibilidade dos índices da função é melhor do que com a ecocardiografia, permitindo a avaliação seriada dos pacientes. A função regional pode ser analisada de forma subjetiva (análise visual do movimento da parede) ou quantitativa (quantificação da parede que espessa), além de ser possível detectar facilmente aneurismas e afilamento da parede. As insuficiências ou estenoses

valvulares podem também ser detectadas com esta técnica, particularmente se associada com a imagem latente de contraste de fase (técnica PC), reservada para as medidas da velocidade do fluxo.

Tagging Miocárdico (Quadriculado)

O tagging miocárdico, combinado com a cine-RM, permite seguir os diversos pontos do tecido dentro do miocárdio e, conseqüentemente, dá uma avaliação mais exata da deformação miocárdica regional. É executado com saturações seccionais paralelas e finas do tecido dentro do ciclo cardíaco,

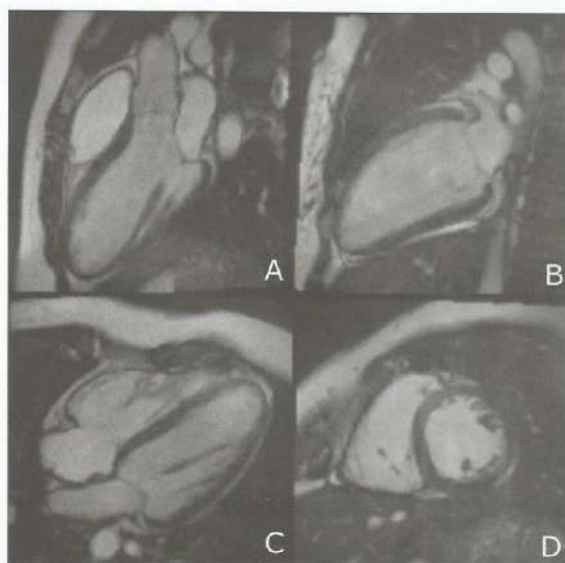


Fig. 10.30 Ressonância magnética do coração com os planos da via de saída do VE (A), eixo longo duas câmaras (B), quatro câmaras (C), e eixo curto (D) com a técnica cine-truffi. Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFRJ.

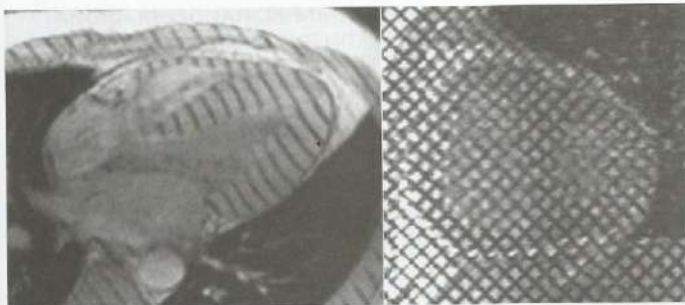


Fig. 10.31 Ressonância magnética do coração com a técnica do *tagging* longitudinal e quadriculado para estudo quantitativo da contração segmentar do VE. Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFRJ.

de forma ideal, imediatamente depois que o ECG detecta o início da onda R no complexo QRS. O *tag* deforma-se junto com o miocárdio durante a contração e o relaxamento. Os *tags* da saturação são modulações espaciais que utilizam-se das mais avançadas técnicas de magnetização.

A técnica do *tagging* miocárdico é particularmente útil na detecção e quantificação da disfunção regional (Fig. 10.31). Esta técnica permite a visualização da deformação de linhas do *tag* dentro do miocárdio, fazendo a visualização e as medidas possíveis da deformação de segmentos durante o ciclo cardíaco. Além da análise subjetiva das imagens, o software dedicado (p. ex., HARP, Findtags) foi desenvolvido com sucesso e usado para a análise quantitativa da função sistólica em modalidades em duas e três dimensões.

Realce Miocárdico Tardio

O agente de contraste extracelular gadolínio-pentetato de dietilenoetriamina encurta significativamente o tempo de relaxamento T1 dos tecidos que contêm concentrações suficientes deste agente. As seqüências de pulso gradient-echo (GRE) são particularmente úteis para o estudo pós-contraste devido à possibilidade de tornar-se mais pesado em T1 e aos tempos de aquisição curtos com TR curto. Recentemente, uma seqüência específica de pulso para o estudo da necrose miocárdica ou para a detecção de fibrose foi desenvolvida. Esta seqüência é constituída de um gradient-echo com pré-pulso de preparação em inversão-recuperação. É executada 10 a 20 minutos após a injeção IV de 0,2 mmol/kg de Gd-DTPA. Durante este tempo de espera, o miocárdio normal (com espaço extracelular baixo) lava-se rapidamente, enquanto o contraste em tecido lesado demora a lavar, criando uma concentração diferencial elevada entre os dois tecidos. Na associação com as diferenças de concentração do contraste, a seqüência do pulso IR usada demonstra as diferenças de intensidade do sinal na imagem RM, gerando uma relação excelente contraste-ruído do miocárdio normal e lesado. No infarto

miocárdico, a seqüência tardia no estudo do miocárdio após injeção de gadolínio não só detecta e quantifica a fibrose miocárdica como também avalia a viabilidade do miocárdio, podendo antever a recuperação funcional das anormalidades contráteis da parede do VE após a revascularização.

O realce miocárdico tardio (Fig. 10.32) transformou-se no melhor método não-invasivo para avaliar a fibrose ou a necrose miocárdica causada pelo infarto do miocárdio agudo ou crônico ou por outras doenças não-iskêmicas.

A análise quantitativa pela planimetria pode ser executada para obter a massa do VE e a extensão total do realce tardio, apresentadas como porcentagens da massa do VE nas imagens em eixo curto em realce tardio. Uma análise

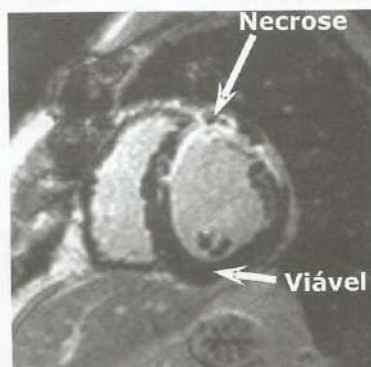


Fig. 10.32 Ressonância magnética do coração com a técnica do realce tardio em um plano no eixo curto basal. Observar que o segmento anterior possui um realce tardio transmural (imagem branca) e os segmentos ântero-septal e ântero-lateral possuem um realce tardio subendocárdico, não-transmural. Nesta etapa do exame o que está preto (não possui realce tardio) é músculo viável e o que está branco (possui realce tardio) é músculo sem viabilidade. Exame realizado no Serviço de Ressonância Magnética do HUCFF-UFRJ.

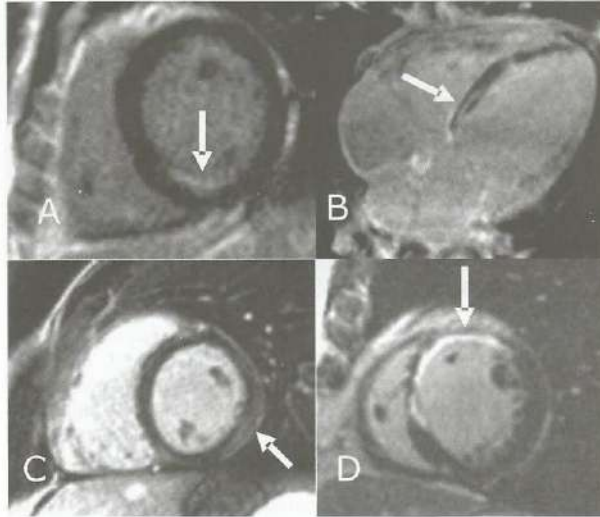


Fig. 10.33 Ressonância magnética do coração com a técnica do realce tardio em planos eixo curto e quatro cilíndricos. Observar em A, subendocárdico; B, mesocárdico; C, subepicárdico; e D, transmural.

semiquantitativa é utilizada para a avaliação da transmurabilidade do realce tardio no modelo do segmento padrão 17 do ventrículo esquerdo. A transmurabilidade miocárdica do realce é classificada geralmente como <25%, 25-50%, 50-75% e >75% da área visual de cada segmento que é realçado. Adicionalmente, cada segmento pode ser classificado como tendo um de quatro tipos de padrões predominantes do realce miocárdico (Fig. 10.33): (a) subendocárdico; (b) mesocárdico; (c) subepicárdico; e (d) transmural. A lesão subendocárdica representada é típica de um infarto do miocárdio no segmento inferior basal com viabilidade preservada. O realce miocárdico mesocárdico septal basal é típico das miocardiopatias dilatadas com fibrose. O realce miocárdico subepicárdico infero-lateral basal é caracterís-

tico das miocardites. Os realces tardios transmural ântero-septal e anterior basal são típicos de infartos miocárdicos com ausência de viabilidade.

Mapa de Velocidade

A PC (*phase contrast – contraste de fase*), uma variante do gradient-echo usada para medir diretamente o fluxo, é útil para quantificar a gravidade do regurgitamento valvular e da estenose, estimar o tamanho da derivação e avaliar a gravidade da estenose vascular arterial. Os pacientes com doença de Chagas podem se beneficiar com esta técnica, particularmente para medidas do volume regurgitante valvar e da via de saída do VE (Fig. 10.34).

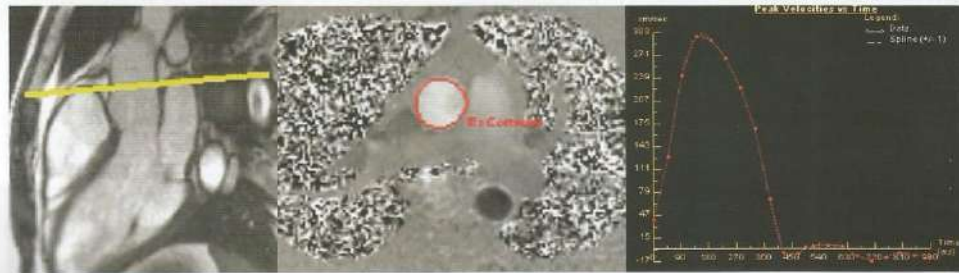


Fig. 10.34 Ressonância magnética do coração com a técnica *phase contrast* (PC) para cálculo do mapa de velocidade. Estudo realizado na raiz da aorta.

ANGIORRESSONÂNCIA MAGNÉTICA NAS DOENÇAS CONGÊNICAS

A angiografia por RM é um excelente método para o estudo anatômico dos grandes vasos do tórax e suas anomalias que, em muitos casos, estão associadas a anomalias cardíacas. O estudo das anomalias congênicas não só está indicado para o diagnóstico como também para o acompanhamento pós-operatório, sendo este de grande importância. Dessa forma, torna-se extremamente relevante o conhecimento profundo dos principais achados em angiografias por RM nas anomalias congênicas, suas armadilhas e dificuldades técnicas.

A angio-RM do tórax pode observar todas as anomalias congênicas, incluindo as de origem arterial, aneurisma da aorta, coarctação da aorta (Fig. 10.35), achados pós-operatórios (Fontan e Glenn) (Fig. 10.36), retorno venoso anômalo, transposição dos grandes vasos (Fig. 10.37), *shunts*, entre outros.

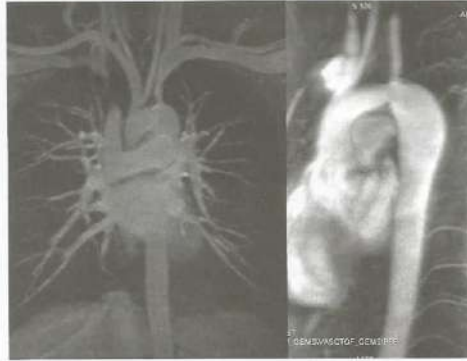


Fig. 10.35 Angio-RM com a técnica GE 3D com gadolínio. Observe o estudo pós-operatório de coarctação aórtica infundibular com dilatação pós-estenótica.



Fig. 10.36 RM do coração e angio-RM com a técnica GE 3D com gadolínio. Observe o estudo pós-operatório de um Glenn e um Fontan em paciente com tetralogia de Fallot. *, comunicação interatrial.



Fig. 10.37 RM do coração e angio-RM com a técnica GE 3D com gadolínio. Estudo de uma transposição dos grandes vasos. **, artéria pulmonar; VD, ventrículo direito; *, aorta ascendente; seta, Blalock-Taussin.

ANGIORRESSONÂNCIA MAGNÉTICA DAS ARTÉRIAS E VEIAS

A angiografia por ressonância magnética (angio-RM) é um método seguro e sensível na avaliação das artérias e veias, com as vantagens de não usar meio de contraste iodado e potencialmente alergênico, não usar radiação ionizante nem apresentar os riscos de uma cateterização.

O único estudo angiográfico sem contraste é o do crânio (Fig. 10.38); os demais vasos dependem da administração de gadolínio.

Dessa forma, após os ganhos recentes com a moderna técnica tridimensional com o uso do meio de contraste venoso, a angio-RM tornou-se o método de excelência mesmo nos centros com médicos experientes em ultra-sonografia e tomografia computadorizada. No passado, os pacientes que realizavam arteriografia, por apresentarem doenças relacio-

nadas às artérias, fossem renais ou qualquer outra, necessitavam ser pacientes com alto grau de suspeição clínica, pois não existia um método menos invasivo e de baixo risco para a obtenção de um diagnóstico definitivo. Atualmente, este pode ser feito por um método relativamente simples, seguro, de alta sensibilidade e especificidade, que gera imagens semelhantes à angiografia digital e com custo inferior a esta: que é a angio-RM. Ela pode ser utilizada como método de rastreamento, por trazer informações anatômicas e funcionais.

A possibilidade de avaliar estruturas vasculares por um método menos invasivo, como a angio-RM, agrada aos médicos assistentes pois facilita o diagnóstico e o acompanhamento dos pacientes. Além disso, a RM também estuda outras doenças que podem estar presentes concomitantemente em um paciente com vasculopatia arterial ou venosa (Figs. 10.39, 10.40 e 10.41).

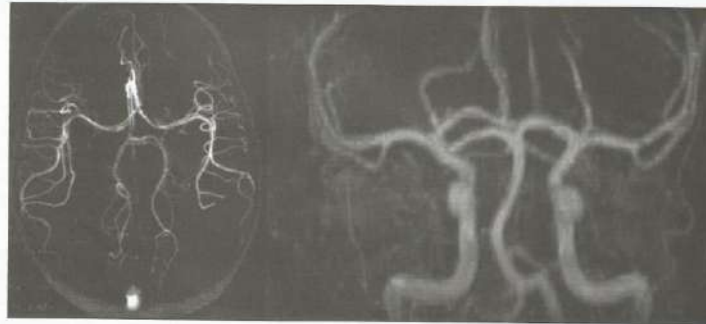


Fig. 10.38 Angio-RM do crânio, estudo arterial no plano axial e coronal. Este exame é realizado sem contraste venoso pela técnica TOF 3D.

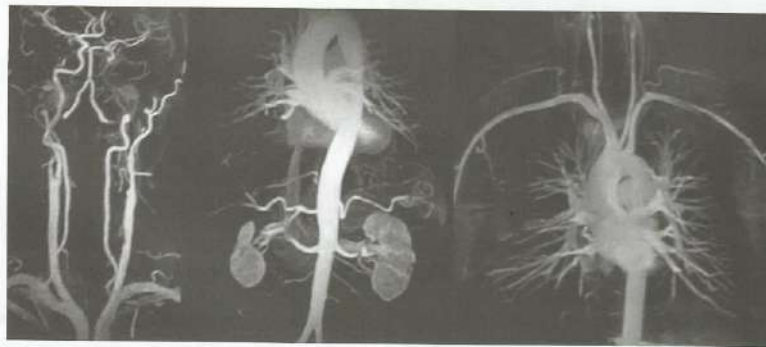


Fig. 10.39 Angio-RM dos vasos do pescoço, aortas abdominal e torácica.

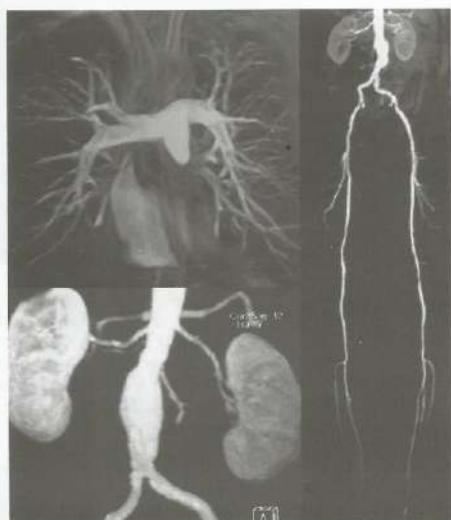


Fig. 10.40 Angio-RM das artérias pulmonares, da aorta abdominal e dos membros inferiores.

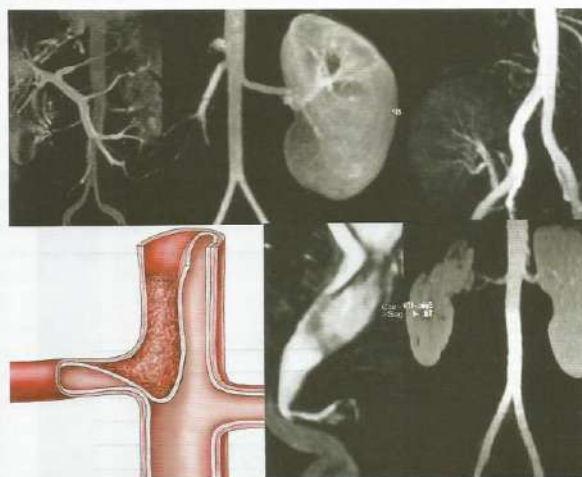


Fig. 10.41 Angio-RM da veia porta, das artérias renais com agenesia do rim direito, de um transplante de rim normal, de uma dissecção aórtica com baixo fluxo na artéria renal direita e de um infarto no pólo renal superior direito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços no diagnóstico não-invasivo cada vez mais estão fazendo da arteriografia e do estudo hemodinâmico ferramentas terapêuticas importantes, sendo o planejamento de endopróteses e *stents* ou outros métodos de revascularização realizados por um método não-invasivo, RM ou TC.

Sendo assim, com a possibilidade ampla de estudos em qualquer vaso no organismo, é conveniente que, antes de qualquer estudo por TC ou RM cardiovascular, o médico assistente entre em contato com a equipe de radiologistas para discutir qual o melhor exame para o paciente e a forma correta de solicitá-lo.