

RADIOLOGIA ^{PEC EM} BÁSICO



LIGA de
RADIOLOGIA
MEDICINA - ULBRA

Propósito

**PROGRAMA DE EDUCAÇÃO
CONTINUADA 2010**

Organização

**LIGA DE RADIOLOGIA
- ULBRA -**

Professora responsável: Dra. Carlen Adriane dos Santos Luz
Autores: Monica Wagner, José Gomes da Rocha, Rafaela Fiss
Ortiz, Rodrigo de Don Braga, Cristiane Mezzomo da Silva
www.ligaradio.wordpress.com

PEC em RADIOLOGIA

Básica

Carlen Adriane dos Santos Luz

Médica Radiologista, Docente do curso de Medicina da ULBRA.
Professora Responsável da Liga de Radiologia ULBRA

Monica Wagner

Graduanda em Medicina, ULBRA. Presidente da Liga de Radiologia ULBRA

José Gomes da Rocha

Graduando em Medicina, ULBRA. Vice-Presidente da Liga de Radiologia ULBRA

Rafaela Fiss Ortiz

Graduanda em Medicina, ULBRA. Diretora de Secretaria da Liga de Radiologia ULBRA

Rodrigo de Don Braga

Graduando em Medicina, ULBRA. Diretor Científico da Liga de Radiologia ULBRA

Cristiane Mezzomo da Silva

Graduanda em Medicina, ULBRA. Diretor financeiro da Liga de Radiologia ULBRA



Prefácio

Houve um autor que disse que a ultra-sonografia é o estado da arte da radiologia, pois eu tomo a liberdade de parafrasear este colega e dizer que a Radiologia é o estado da arte da Medicina.

A radiologia desempenha o papel que o astrolábio desempenhava quando grandes naus saíam pelo oceano em busca do desconhecido, mostrando as possibilidades, testando as hipóteses, e hoje assim como os métodos de posicionamento global evoluíram, também evoluiu a radiologia, e hoje, assim como um GPS, os métodos de diagnóstico por imagem são capazes de mostrar o local exato de uma lesão e como chegar nela.

E nesta magia é que está o dito “estado da arte” da radiologia, onde convergem os conhecimentos para discutir e planejar soluções para um problema, sabendo que este é único em suas peculiaridades.

Esta obra não será tão ultrapassada como um astrolábio, tão pouco tão avançada quanto um GPS, mas servirá de mapa para que o aluno comece seus estudos nesta arte, ou se preferirem esta área.

Carlen Luz.

Sobre o PEC

O Programa de Educação Continuada – PEC – é um projeto desenvolvido pela Liga de Radiologia - ULBRA com o intuito de promover o estudo dos fundamentos em radiologia essenciais para a prática clínica.

O PEC é destinado a todos estudantes de medicina e não somente àqueles que pretendem seguir a radiologia como especialidade médica. Acreditamos que todos os estudantes de medicina deveriam se formar com conhecimentos essenciais em radiologia e reconhecer a sua importância na prática médica. Este curso tem o objetivo de preencher estas lacunas que por vezes estão presentes durante o ensino médico nas faculdades de medicina.

Em todos nossos encontros procuraremos inicialmente dar ênfase ao reconhecimento da imagem radiológica do paciente saudável. A partir deste conhecimento básico, partiremos para o reconhecimento dos principais padrões radiológicos das doenças em que a radiologia tem seu papel estabelecido no diagnóstico e tratamento.

Além de revisar as principais alterações observadas nos exames de imagem, revisaremos as indicações para cada tipo de exame, levando em conta questões como disponibilidade, custos e valor do exame para o diagnóstico/tratamento de doenças. Sempre ressaltaremos a importância do conceito do exame radiológico como exame complementar, tendo suas indicações precisas para realização.

Esta inter-relação entre teoria e prática é o que este programa se propõe a fazer. Esperamos que durante esses encontros os participantes adquiram e ampliem seus conhecimentos sobre a radiologia e sua relação com a prática médica, que se torna cada vez mais presente na medicina atual.

Agradecemos o seu interesse pelo programa e desejamos-lhe um bom aprendizado!

Monica Wagner

Conteúdo

Cap 1 Pneumologia

1.1 Introdução ao estudo radiológico do tórax

Acad. Rodrigo de Don Braga

1.2 Estudo radiográfico de doenças pulmonares.

Acad. Cristiane Mezzomo da Silva

Cap 2 Cardiologia

2.1 Aspectos gerais dos exames radiográficos cardíacos

Dra Carlen Luz

Cap 3 Nefrologia

3.1 Rotinas radiológicas em nefrologia

Acad. José Gomes da Rocha

Cap 4 Neurologia

4.1 Investigação por imagem de doenças neurológicas.

Acad. José Gomes da Rocha

4.2 Anormalidades em neuroimagem

Acad. Rafaela Fiss Ortiz

Cap 5 Gastroenterologia

5.1 Radiologia em gastroenterologia

Acad. Monica Wagner

Cap 6 Pediatria

6.1 Radiologia em pediatria

Acad. Rafaela Fiss Ortiz

Cap 7 Traumatologia

7.1 Radiologia em traumatologia

Acad. Monica Wagner

7.2 Avaliação radiológica da coluna vertebral

Acad. Rodrigo de Don Braga

Cap 8 Ginecologia

8.1 Estudo radiográfico de câncer de mama e miomas

Acad. Cristiane Mezzomo da Silva

Cap 9 Princípio da formação de imagens

9.1 Radiografias convencionais

Dra. Carlen Luz

9.2 Tomografia computadorizada

Dra. Carlen Luz

9.3 Ressonância magnética

Dra. Carlen Luz

9.4 Ultra-sonografia

Dra. Carlen Luz

(1) PNEUMOLOGIA

1.1 Introdução ao estudo radiológico do tórax.

Acad. Rodrigo de Don Braga

O estudo radiológico do tórax possui enorme importância clínica tanto para diagnóstico como para futuras comparações a respeito de outros momentos da evolução da doença atual.

Mesmo frente a qualidade diagnóstica do exame, capaz de demonstrar lesões não perceptíveis a outros métodos, o médico deve estar sempre atento na história clínica e detalhado exame físico.

Na rotina de avaliação do tórax obtém-se uma incidência pósterio-anterior (PA) e outra em perfil esquerdo. Incidências especiais torácicas podem ser adquiridas em outras situações, como em decúbito dorsal quando o paciente está muito debilitado. Nestes exames a imagem cardíaca pode estar aumentada, bem como as costelas podem estar mais horizontalizadas.

O exame do tórax em perfil é necessário para avaliar regiões não visualizadas pela incidência PA, principalmente a região retroesternal, a região retrocárdica, seios costofrênicos posteriores e a região posterior das costelas. É usado também junto com a incidência PA com o objetivo de localizar antero-posteriormente determinada lesão.

Outras incidências podem ainda ser adquiridas para avaliações específicas como as ápico-lordóticas (ápices pulmonares), decúbito lateral com raios horizontais (derrames pleurais, mobilidade do conteúdo de uma cavidade), radiografias em inspiração e expiração (aprisionamento aéreo, mobilidade dos diafragmas, expansibilidade pulmonar), oblíquas, penetradas e esôfago contrastado.

AValiação da radiografia de tórax

Geralmente a análise é realizada de fora para dentro, comparando-se um hemitórax com outro. Um roteiro de análise é importante nesse caso para que as alterações não passem despercebidas. Segue uma sugestão de roteiro de análise:

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

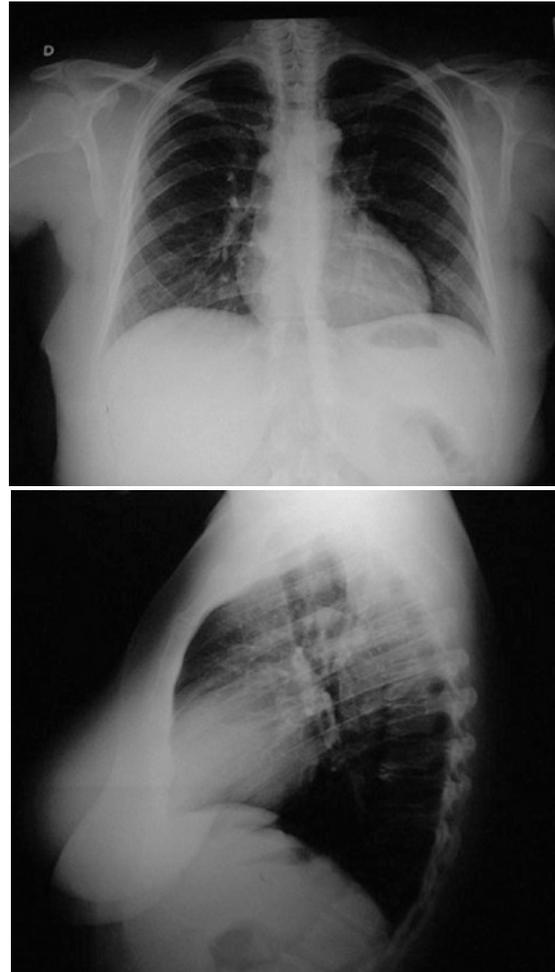


Fig. 1.1 e 1.2 : Raio X de tórax - exame normal, em incidências PA e perfil.

1-Partes moles: Podem ser observadas as mamas e eventualmente os mamilos, as dobras axilares, fossas supraclaviculares e a linha da clavícula. Podemos identificar nessas estruturas calcificações patológicas, presença de gás, aumento de tireóide, estado nutricional, etc.

2-Esqueleto torácico: Observar as costelas, coluna torácica, as escápulas, as clavículas, o esterno e a porção proximal dos úmeros. Note-se fraturas, transtornos de densidade óssea. É importante analisar todas as partes visíveis de todas as costelas.

3-Abdomen superior, hemicúpulas diafragmáticas e seios costofrênicos: Normalmente a hemicúpula frênica direita é mais alta que a esquerda. Essas cúpulas formam os seios costofrênicos ao se inserirem na parede torácica e os seios cardiofrênicos. Os derrames pleurais tendem a se acumular nos seios costofrênicos, principalmente os posteriores. As cúpulas podem estar horizontalizadas em condições que levam a hiperinsuflação pulmonar (enfisema pulmonar). Observar bolha gástrica. O borramento do contorno

diafragmático, bem como o velamento dos seios costofrênicos e/ou cardiofrênicos indica presença de derrame pleural ou de doença parenquimatosa. Avaliar órgãos da parte superior do abdome. Gás na região sub-diafragmática indica pneumoperitônio.

4-Mediastino: As várias estruturas com densidades radiológicas semelhantes dificultam o estudo radiográfico dessa região. Perceber os limites mediastinais externos, formados pelo átrio direito, veia cava, aorta, tronco da artéria pulmonar e ventrículo esquerdo na incidência PA. Na imagem em perfil os limites são dados pelo ventrículo direito, inferiormente, pelos vasos da base e timo, superiormente, esôfago e ramo descendente da aorta posteriormente.

5-Hilos pulmonares: Composto pelas artérias pulmonares, brônquios e linfáticos. As veias pulmonares chegam ao coração em topografia mais baixa do que o hilo. Os bronquíolos e os linfonodos não são vistos a não ser quando patológicos, portanto a imagem é referente as artérias pulmonares. O hilo direito está localizado em posição mais baixa que o esquerdo. O aumento do volume dos hilos pode ser decorrente da dilatação das artérias pulmonares, bem como linfonodomegalias.

6-Pleura: Normalmente os folhetos parietais e viscerais da pleura não são visíveis nesse exame, porém podem ser identificados quando o espaço entre eles é preenchido por algum material, seja ele ar, como no pneumotórax, ou líquido, como no derrame pleural. Neste último pode simular pneumonia quando a cisura horizontal está comprometida. Existem duas cisuras principais à direita (oblíqua e horizontal) e uma à esquerda (oblíqua)

7-Pulmões: Analisar em busca de diferenças de transparência. Normalmente a imagem pulmonar é hipertransparente com algumas estrias densas que são os vasos pulmonares. Os vasos do lobo superior são menores que os da base na imagem em posição ereta devido a distribuição do fluxo sanguíneo. Ainda na base, por ser maior ântero-posteriormente, existe um número maior de vasos sanguíneos, acentuando a diferença aparente do número de vasos entre essas duas regiões. Os pulmões são divididos pelas suas cisuras, duas à direita que formam os lobos superior, médio e

inferior e uma à esquerda que forma os lobos superior e inferior. É recomendado comparar os dois pulmões a cada espaço intercostal. O conhecimento dos padrões de normalidade e suas variações anatômicas possibilitará, então, o reconhecimento de alterações sugestivas de processos patológicos.

TOMOGRAFIA DE ALTA RESOLUÇÃO DO PULMÃO (TCAR)

Desde 1970 a tomografia tomputadorizada (TC) vem auxiliando no diagnóstico de doenças das vias aéreas. Essa tecnologia tem vantagens na ausência de sobreposição de imagens, maior resolução espacial e maior discriminação de densidades, as quais podem ser medidas em valores numéricos (Unidades Hounsfield). A TCAR é capaz de demonstrar mudanças morfológicas com mais precisão do que a observada na radiografia simples.

A utilização da tecnologia de TC ainda é restrita devido ao alto custo das imagens e pela dose de radiação até 100 vezes maiores que na radiografia comum.

Basicamente a técnica se diferencia de outras aplicações da TC por realizar cortes muito finos (de 1,0 mm a 1,5 mm de espessura), obtidos com o paciente em posição supina e geralmente na inspiração profunda (porem outras posições e em estado de expiração também são possíveis). A imagem produzida favorece a visualização da morfologia dos brônquios e vasos sanguíneos, tecido conjuntivo intersticial e espaços aéreos. Para avaliação da imagem utilizam-se recursos que permitem alterar o contraste entre as estruturas estudadas (“janeamento”). No estudo do tórax utiliza-se a janela de pulmão (favorece visualização do parênquima pulmonar) e janela de mediastino (estudo das estruturas com densidades de partes moles como o tecido adiposo, líquidos, calcificações e estruturas vasculares).

PADRÕES DE ANORMALIDADES EM RADIOLOGIA TORÁCICA

Padrões de anormalidades radiológicas representam de maneira precisa processos patológicos pulmonares em estudos de correlação radiográfica e são meios práticos de gerar um diagnóstico diferencial baseado nos padrões conhecidos de acometimento dessa região. Esses padrões serão avaliados conforme o método de aquisição de imagem, sendo que o TC tem sempre vantagens de ausência de sobreposição e melhor sensibilidade nas diferenças de densidade que a radiografia convencional.

PADRÃO ALVEOLAR

Opacidade homogênea que 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. Essa substância pode disseminar para os alvéolos adjacentes, porém como não existe comunicação entre alvéolos de lobos diferentes, a progressão da ocupação pode levar a uma densidade uniforme na borda do lobo afetado.

Quando essa ocupação acontece, o interior dos brônquios repletos de ar podem tornar-se visíveis, caracterizando um “broncograma aéreo”.

PADRÃO INTERSTICIAL

Interstício pulmonar é o tecido conjuntivo de sustentação que mantém a arquitetura alveolar.

Nos processos de **infiltração peribroncovascular** é visualizado um borramento dos contornos brônquicos, vasculares e dos hilos pulmonares e aparecimento de linhas horizontais densas, mais bem visualizadas na parte inferior do pulmão, correspondendo aos septos interlobulares espessados. O espessamento do tecido subpleural é relacionado com cisuras pulmonares e limites pleurais marcados. Infiltrações intersticiais parenquimatosas podem aparecer na forma de padrão reticular, micronodular e reticulonodular.

SINAL DA SILHUETA

As linhas vistas nas radiografias (contornos) são dadas pelo **contraste entre duas densidades diferentes**. O sinal da silhueta é perdido quando um processo patológico diminui a diferença dessas densidades e os limites ou contornos são perdidos.

ATELECTASIA

É o processo de **expansão incompleta** de um pulmão ou parte dele com perda do volume pulmonar, colapso e redução ou ausência de ar nos alvéolos. Habitualmente associado com aumento na densidade radiográfica. É observado diminuição do volume de um segmento, lobo ou pulmão afetado, com deslocamento de uma ou mais cisuras interlobares em direção a parte atelectasiada. Os brônquios também podem estar deslocados. Pode-se observar deslocamento de uma fissura interlobar, aglomeração broncovascular, elevação do diafragma ipsilateral, hiperinsuflação compensatória de outro(s) lobo(s) e estreitamento do espaço costal ipsilateral.

LINFONODOMEGALIAS

A linfonodomegalia mediastinal e/ou hilar pode estar presente em **processos infecciosos** e de outras etiologias. Nas infecções a disseminação linfática de doenças pode acarretar aumento de tamanho dos linfonodos hilares e paratraqueais,

reconhecidos radiograficamente como massas mediastinais e/ou hilares. Esses linfonodos podem evoluir para calcificação.

NÓDULOS

São **lesões arredondadas ou ovaladas de limites parcialmente precisos**, com menos de 3 cm de diâmetro. Cerca de 40% dos nódulos pulmonares solitários são malignos. Um nódulo deve ser avaliado quanto ao tamanho, forma e contorno, densidade, presença de calcificação ou escavação. Diversos critérios são utilizados para a distinção entre nódulos benignos e malignos, sendo que os mais efetivos são as características de calcificação e presença de crescimento.

MASSAS

Lesões com as mesmas características de os nódulos, porém com **mais de 3 cm de diâmetro**. Massa parenquimatosa com mais de 4 cm sugere malignidade.

ESCAVAÇÃO

Também chamadas de **cavidades**, acontecem quando uma área de necrose de uma massa pulmonar comunica-se com uma via respiratória pérvia, proporcionando drenagem.

BOLHA

É uma coleção de **gás no parênquima** pulmonar com mais de 1cm e de paredes finas. Esse processo é resultado de uma área focal de destruição do parênquima (enfisema)

DERRAME PLEURAL

Caracterização da presença anormal de **líquido na cavidade pleural**, pode ser classificado como transudato ou exsudato. Esse excesso de líquido se acumula por gravidade primariamente nos seios costofrênicos posteriores, um volume moderado de líquido - com o paciente em posição ortostática - tem uma aparência característica nas radiografias frontais, com opacidades homogênea na zona inferior vista no sulco contofrênico lateral, com uma interface côncava em direção ao pulmão.

Os derrames podem ser livres, interlobares, subpulmonares, laminares, loculados, sendo que cada lesão apresenta padrões radiológicos característicos. O derrame pleural pode ser estudado também pela ultra-sonografia.

PNEUMOTORAX

Presença de **gás no espaço pleural**. É visualizado um espaço aéreo radiotransparente separando os folhetos pleurais. Na expiração a área ocupada pelo pneumotorax é aumentada e os contornos são melhores visualizados.

1.2. Estudo radiográfico de doenças pneumonares

Acad. Cristiane Mezzomo

PNEUMONIAS COMUNITÁRIAS

(a) Síndrome Típica

O agente etiológico mais comumente envolvido é o Streptococo pneumoniae. Pode ser causada, também, por H. influenzae, anaeróbios, Klebsiella pneumoniae, S. aureus, S. pyogenes.

Quadro clínico

IVAS

Febre alta (40°C) de início repentino

Tosse produtiva com escarro purulento

Dor pleurítica ventilatório dependente

Mal estado geral

Taquipnéia (FR>24rpm)

Taquicardia(FC>100bpm)

RX tórax com consolidações pulmonares e derrame pleural

Sinais de consolidação pulmonar no RX tórax:

Macicez

Aumento do frêmito tóraco vocal

Broncofonia

Pectorilóquia fônica

Estertores crepitantes

Sinais de derrame pleural:

MV diminuído ou abolido

FTV diminuído ou abolido

Submacicez

Egofonia

(b) Síndrome atípica

Germe atípico clássico: Mycoplasma pneumoniae

Vírus respiratórios: influenza A e B, vírus sincicial respiratório, sarampo e varicela.

Quadro clínico

Início subagudo mais gradual

Febre não tão alta

Tosse seca

Sintomas de VAS (cefaléia, odinofagia, rinite)

Sintomas sistêmicos (mialgias, calafrios, fadiga, náusea, vômito e diarreia)

Rx tórax com infiltrado intersticial discreto sem consolidações

ESTUDO RADIOGRÁFICO DAS PNEUMONIAS

As informações clínicas e laboratoriais são fundamentais à interpretação das imagens radiológicas.

O papel do radiologista é localizar e definir a extensão da doença e quaisquer complicações, com um abscesso pulmonar, derrame pleural ou empiema.

Principal achado nas imagens: Infiltrado pulmonar

Demais achados:

Confirmar a presença e a localização do infiltrado pulmonar

Presença de broncograma aéreo

Consolidações alveolares

Existe pneumonia com RX normal?

1 infiltrado é retrocárdico, não sendo visualizado na incidência PA

2 o infiltrado é muito tênue para ser identificado no RX, mas pode ser visualizado na TC de tórax

3 técnica incorreta – RX muito penetrado

4 Podem ser normais em pacientes incapazes de desenvolver resposta inflamatória ou em início de processo infiltrativo

(a) Pneumonias bacterianas

Pneumonia estafilocócica:

É uma broncopneumonia - Consolidação alveolar multifocal em região peribrônquica, restrita aos septos interlobulares.

Agente etiológico: S. aureus

Classificada como pneumonia típica.

Esta pneumonia pode ser primária nos pulmões ou secundária a uma infecção estafilocócica (êmbolos sépticos) em outra parte do corpo.

Ocorre em adultos debilitados e em lactentes no 1º ano de vida. E, também, em pacientes drogaditos e com AIDS.

RX tórax – pneumonia estafilocócica

A radiografia de tórax tipicamente demonstra opacidades heterogêneas multifocais e bilaterais que disseminam-se até envolver todo um lobo. Brônquios obscurecidos pelo exsudato – broncogramas aéreos ausentes. Comuns derrame pleural, empiema, pneumatoceles



fig 1.3. Pneumonia por S. aureus – pneumatoceles
GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging.
Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.

Pneumonia pneumocócica:

Pneumonia lobar - Consolidação alveolar extensa.

Agente etiológico: pneumococo

Pneumonia bacteriana mais comum em adultos.

Exemplo clássico de pneumonia típica.

Fatores predisponentes: doença pulmonar crônica, alcoolismo, imunidade alterada e esplenectomia.

RX tórax – pneumonia pneumocócica

Os achados radiográficos podem ser observados dentro de 6 a 12 horas do início dos sintomas.

O envolvimento inicia-se periféricamente e dissemina-se centripetamente, revelando uma opacidade periférica homogênea, com ou sem broncogramas aéreos. Acomete mais lobos inferiores e segmentos posteriores dos lobos superiores. Esta pneumonia pode ocorrer em qualquer lobo e pode ser multifocal.

Volume Lobar, geralmente, permanece inalterado e raramente aumenta. Cavitação é muito improvável. Derrame parapneumônico é bastante comum; empiema é menos freqüente.

A resolução radiográfica é bastante rápida, com melhora comumente visto dentro de 1 semana e resolução total dentro de 2-6 semanas.

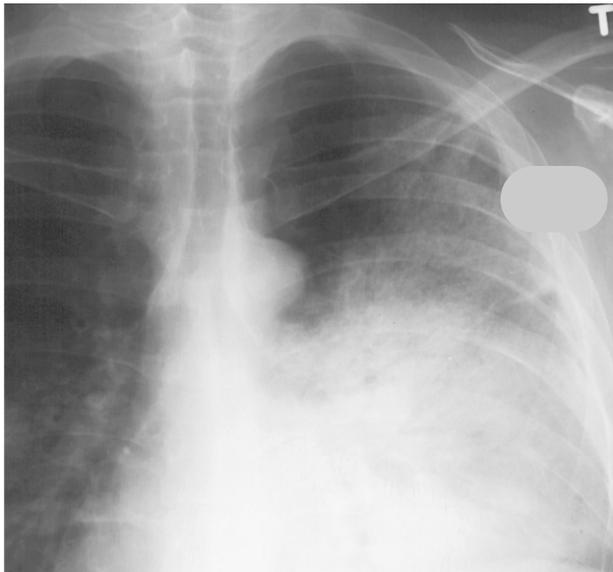


fig 1.4. Pneumonia pneumocócica. Radiografia de tórax PA demonstra uma opacidade homogênea lingular com broncogramas aéreos . GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.



fig 1. 5. Pneumonia pneumocócica (A) radiografia de tórax AP demonstra opacidade periférica homogênea. (B) imagem AP demonstra uma melhora significativa 5 dias após a instituição da terapia. GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.

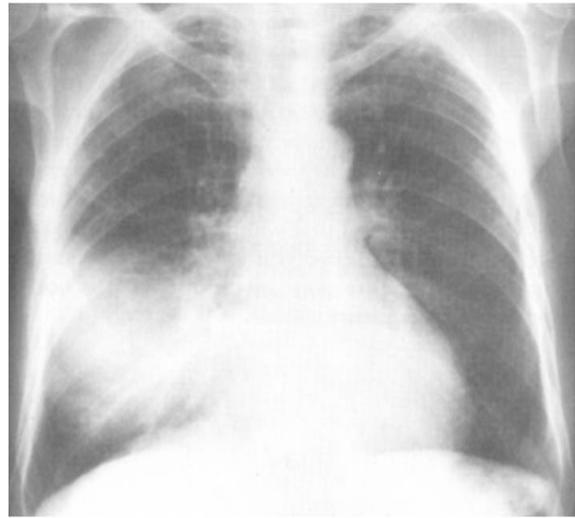


fig 1. 6. Pneumonia pneumocócica. Sinal da silhueta (borramento da borda cardíaca). Pneumonia acometendo lobo médio. GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.

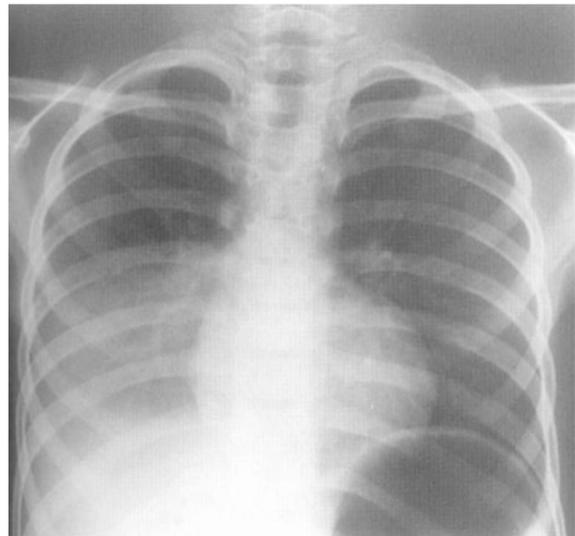


fig 1. 7. Pneumonia pneumocócica. Acometimento de lobo inferior direito, sem borramento da silhueta cardíaca. GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.



fig 1. 8. Pneumonia pneumocócica. Broncogramas aéreos. GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.

(b) Pneumonias virais

Classificam-se com pneumonias atípicas e pneumonias intersticiais.

Pneumonia viral é comum em bebês e crianças, mas incomum em adultos.

A pneumonia pode ser apenas uma manifestação de envolvimento do trato respiratório (gripe, por exemplo) ou parte de uma doença viral mais generalizada (varicela, por exemplo). Infecções virais predisõem à pneumonia bacteriana secundária.

Pneumonia por Influenza A (H1N1)

Os adultos jovens (entre 20 e 49 anos) são os mais acometidos juntamente com indivíduos que apresentam fatores de risco, tais como: gestação, pneumopatia, hipertensão.

Na grande maioria dos casos os sintomas são leves, como uma gripe sazonal, podendo evoluir para complicações respiratórias graves potencialmente letais.

Os sintomas, em geral, são: febre alta ($\geq 38^{\circ}\text{C}$), tosse, dispnéia, mialgia, coriza e dor de garganta.

RX tórax – pneumonia por influenza A(H1N1)

As anormalidades mais comuns foram áreas de opacidade não segmentar e espessamento perivascular nos lobos inferiores, o que não difere da maioria das infecções virais já relatadas.



fig 1. 9. Pneumonia por Influenza A (H1N1) Radiograma de tórax evidência leves opacidades não segmentares e espessamento de feixes broncovasculares em ambos os lobos inferiores. GRAINGER R. G, ALLISON D. A *Textbook of Medical Imaging*. Grainger & Allison's *Diagnostic Radiology*. 5ª ed. London: 2008.

Pneumonia por micoplasma pneumoniae (agente Eaton):

Exemplo clássico de pneumonia atípica e intersticiais.

Agente etiológico: Mycoplasma pneumoniae

Ocorre em adultos jovens saudáveis

Exsudato inflamatório mais intersticial, mas, também, está presente o exsudato alveolar (com menos células e mais líquidos)

RX tórax – pneumonia por micoplasma

Aparecimento dos achados em 2 – 3 dias do início dos sintomas. Os achados radiológicos são variáveis. O padrão mais comum é início unilateral, heterogêneo, reticular, segmentar, velamentos do espaço aéreo que podem se tornar lobar e homogênea. Envolvimento bilateral ou multilobar é uma variação frequentemente observada. Derrames pleurais são incomuns. TC demonstra consolidações em vidro fosco, homogênea, e espessamento broncovascular em aproximadamente 80% dos pacientes.



fig 1. 10. Pneumonia por Mycoplasma pneumoniae: Radiografia de tórax PA demonstra opacidades reticulares heterogêneas bilaterais hilares e em lobos inferiores, bem como uma opacidade homogênea, focal, em lobo superior esquerdo. GRAINGER R. G, ALLISON D. A *Textbook of Medical Imaging*. Grainger & Allison's *Diagnostic Radiology*. 5ª ed. London: 2008.

(c) Pneumonia Fúngica**Pneumonia por Pneumocystis jirovecii (antigamente P. carinii)**

É encontrado comumente em pulmões humanos, porém provoca pneumonia significativa em indivíduos imunocomprometidos (AIDS).

Agente etiológico: Pneumocystis carinii

Com o advento da terapia anti-retroviral (HAART), a incidência de PPC diminuiu significativamente. A PPC ainda ocorre em pacientes com infecção por HIV que não foram diagnosticados, que não estão tomando a HAART ou não estão respondendo a ela e naqueles que não fizeram a profilaxia com sulfametoxazol+trimetoprima.

RX tórax – PPC

Padrão reticular fino ou de vidro fosco, especialmente nas regiões para-hilares. A progressão da doença acarreta opacificação

confluente simétrica dos espaços aéreos. Derrames pleurais são raros. Presença de nódulos pulmonares solitários ou múltiplos. Aparecimento de pneumatoceles, sendo responsáveis por incidência aumentada de pneumotórax espontâneo complicando a doença.



fig 1. 11. Pneumonia por *Pneumocystis carinii* radiografia de tórax PA demonstra a distribuição típica de opacidades reticulares finas ou em vidro fosco bilaterais e simétricas. GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.

ESTUDO RADIOGRÁFICO DE OUTRAS PATOLOGIAS

(DPOC) ASMA, BRONQUITE CRÔNICA, BRONQUIECTASIA E ENFISEMA

Fisiopatologia: obstrução do fluxo de ar expiratório.

ASMA:

É uma doença das vias aéreas, caracterizada por estreitamento brônquico, com resolução espontânea ou melhora após tratamento. Possui vários agentes desencadeantes. Os pacientes, geralmente, são atópicos e quando expostos à alérgenos desencadeiam episódios de broncoespasmos em consequência da produção excessiva de IgE. Esse mecanismo leva à uma reação inflamatória nos brônquios e diminuição da luz dos mesmos com surgimento de sintomas (tosse, sibilos e dispnéia).

RX tórax – Asma em pcts graves, admitidos no hospital

Estreitamento difuso das vias aéreas
 Hiperinsuflação transitória ou permanente resulta da retenção expiratória do ar; produzindo aumento do volume pulmonar e achatamento do diafragma.
 Espessamento peribrônquico – trilhos de trem consequente ao processo inflamatório nos brônquios. Pela inflamação, ocorre o espessamento

da parede do brônquio. Nas crianças é comum, qdo aparece em adultos é irreversível
 Hilos proeminentes resultam da hipertensão arterial pulmonar transitória causada pela vasoconstrição hipóxica.
 Colocar figura

ENFISEMA:

O enfisema é um diagnóstico patológico, caracterizado por um aumento anormal e permanente dos espaços aéreos acompanhado por destruição das paredes alveolares e sem fibrose evidente.

Fumantes de longa data, tosse produtiva e dispnéia.

TC tórax – padrão ouro

RX tórax – Enfisema

Hiperinsuflação perda da retração elástica dos pulmões

Radiotransparência irregular do pulmão causada pela irregularidade na distribuição da destruição tecidual enfisematosa

Rebaixamento e retificação do diafragma, com obliteração dos ângulos costofrênicos

Bolhas, aumento do espaço retroesternal, dilatação das artérias pulmonares centrais

Silhueta cardiomediastinal estreita

Aumento do ventrículo direito na presença, respectivamente, de hipertensão pulmonar e cor pulmonale

Cor pulmonale: DPOC flecha hipoxemia flecha vasoconstrição pulmonar flecha hipertensão pulmonar flecha Insuficiência cardíaca direita

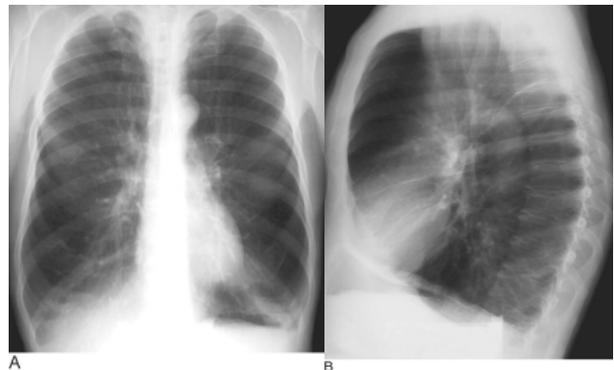


fig 1. 12. Enfisema pulmonar difuso grave. (A PA) e (B) radiografia de tórax lateral. O diafragma é deslocado para baixo e aparece achatado. Na radiografia PA (A) o diâmetro transversal cardíaco é reduzido. Observe a depressão dos vasos na periferia dos pulmões. Na radiografia lateral (B) há um alargamento do ângulo esternodiafragmático e um aumento das dimensões do espaço retroesternal. GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.



fig 1. 13. Enfisema bolhoso. A radiografia de tórax PA mostra grandes áreas avasculares nas partes superior e inferior do pulmão direito. As bolhas são marginais com finas opacidades curvilíneas. GRAINGER R. G, ALLISON D. A Texbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.

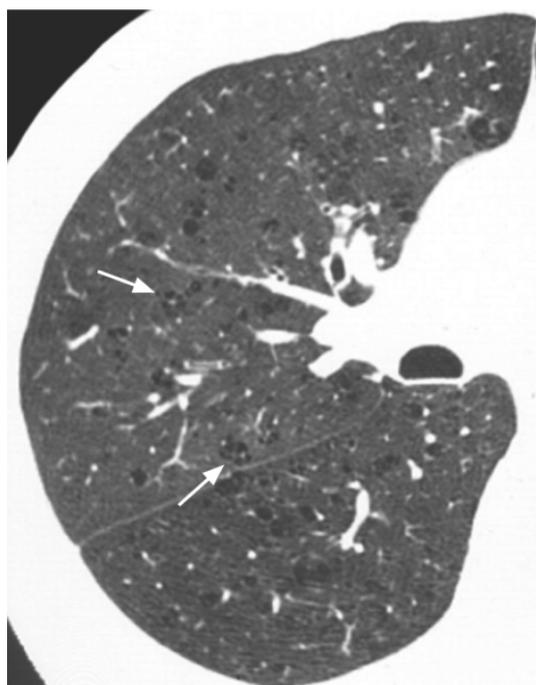


fig 1. 14. enfisema GRAINGER R. G, ALLISON D. A Texbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.

TUBERCULOSE

Mycobacterium tuberculosis – bacilo aeróbio álcool-ácido-resistente.

Tuberculose primária (primeira vez) e Tuberculose por reativação ou pós-primária (já teve)

Sintomas:

Tosse

Escarro hemático

Febrícula vespertina

Sudorese noturna

Emagrecimento

Astenia

Anorexia

Fatores que contribuem para o elevado número de casos atendidos em todo o mundo são vírus da imunodeficiência humana (HIV), a pobreza, falta de moradia e a imigração em áreas com altas taxas de infecção.

Indivíduos imunocompetentes conseguem eliminar o bacilo do pulmão, quando isso não ocorre formam-se os granulomas (agregados macrófagos alveolares). Esses granulomas possuem, tipicamente, necrose caseosa central. O bacilo atinge, primeiramente, os lobos médio e inferior disseminando-se através dos linfonodos para lobo superior. O bacilo produz intensa reação inflamatória, sendo muito agressivo, diferente das demais bactérias causadoras de doença pulmonar.

RX tórax – TBC:

Infiltrado pulmonar semelhante a pneumonia por pneumococo.

Nódulo solitário calcificado é considerado um nódulo de Ghon

Nódulo (lesão pulmonar) calcificado direita + linfonodos hilares calcificados direita = complexo de Ranke.

Envolvimento multifocal e presença de cavitações são raros, mas quando presentes indicam doença primária progressiva.

Linfadenopatia hilar é a manifestação mais comum da tuberculose primária em crianças e ocorre com ou sem pneumonia.

Os derrames pleurais são geralmente grandes e unilaterais.

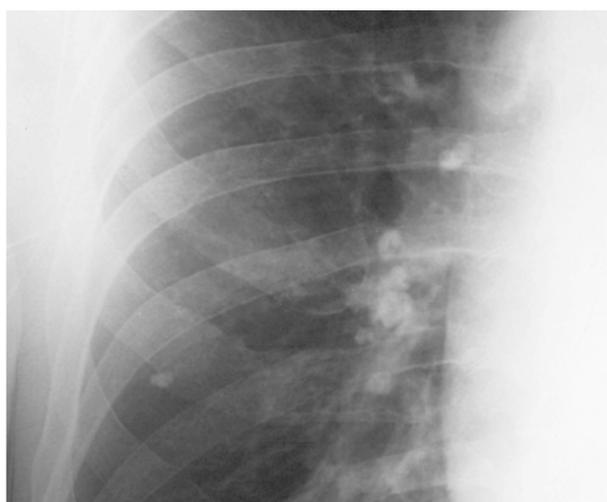


fig 1. 15. Tuberculose primária. Nódulo de Ghon e Complexo de Ranke. Radiografia de tórax PA demonstra um pulmão direito com nódulo calcificado ipsilateral e calcificação hilar direita. O nódulo solitário calcificado é considerado um nódulo de Ghon. A combinação deste com linfonodos ipsilateral calcificados é considerado um complexo de Ranke. GRAINGER R. G, ALLISON D. A Texbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5ª ed. London: 2008.

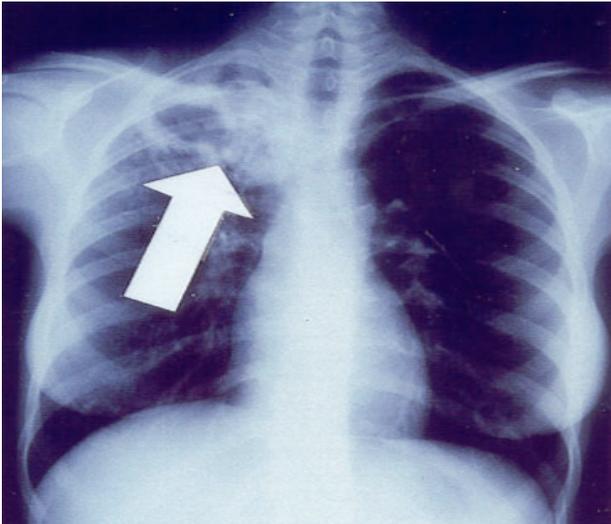


fig 1. 16. TBC GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5^a ed. London: 2008.

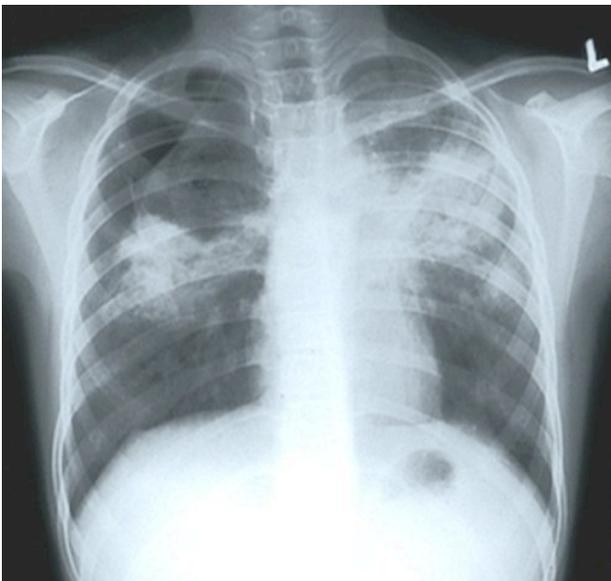


fig 1. 17. TBC GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5^a ed. London: 2008.



fig 1.18. TBC GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5^a ed. London: 2008.

PNEUMOTÓRAX

O pneumotórax decorre da entrada de ar no espaço pleural e pode ser traumático ou espontâneo.

Sintomas: início súbito de dispnéia e dor torácica

Pneumotórax espontâneo: pode ser idiopático (primário) ou secundário a uma doença pulmonar (DPOC).

Causas pneumotórax traumático: FAF, FAB, colocação de acessos venosos centrais, biópsias

Mecanismo pneumotórax traumático:

Elevação aguda da pressão intratorácica provocando ruptura dos alvéolos e presença do ar no interstício que se limita até o espaço pleural (pressão negativa). Por laceração da árvore traqueobrônquica, com formação de fístula broncopleural. Fraturas de costelas com comprometimento do pulmão.

Mecanismo pneumotórax espontâneo:

A obstrução aguda da expiração por broncoconstrição (asma) ou pela realização da manobra de valsalva pode causar pneumotórax espontâneo.

Pneumotórax hipertensivo: causado por traumas

Emergência médica flecha não é feito RX

Resulta de um defeito pleural tipo válvula de retenção, que deixa o ar entrar no espaço pleural, mas o impede de sair dele. Isso provoca colapso do coração e dificulta o retorno venoso ao coração. Sintomas: taquipnéia, taquicardia, cianose e hipotensão.



fig 1.19 Pneumotórax à esquerda com colapso do pulmão ipsilateral. GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5^a ed. London: 2008.



fig 1. 20. Pneumotórax espontâneo à esquerda. A radiografia de tórax (A) a inspiração profunda e (B) em expiração profunda. O pneumotórax é acentuado na radiografia de tórax em expiração profunda (B). GRAINGER R. G, ALLISON D. A Textbook of Medical Imaging. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5^a ed. London: 2008.

(2) CARDIOLOGIA

1.2 Aspectos gerais dos exames radiográficos cardíacos.

Dra Carlen Luz

RADIOGRAFIA

“Sombra Cardíaca”

Análise somente dos contornos da silhueta, sem resolução de contraste entre as diversas estruturas vasculares mediastinais

Vantagens:

- Simples, disponível, barato,...
- Avalia bem o tamanho global do coração.
- Avaliação das demais estruturas torácicas (pulmão, osso)

Desvantagens:

- Radiação ionizante, apesar de baixa dose.
- Análise somente de contornos da silhueta mediastinal (poucos detalhes além da dimensão global cardíaca).
- Projecional.

Principais indicações:

- Avaliação global das dimensões do coração.
- Circulação pulmonar em cardiopatias congênitas.
- Repercussão pulmonar (edema, etc.).



fig. 2.1. Radiografia convencional em PA evidenciando derrame pericárdico



fig 2.2 Radiografia convencional de torax em PA, paciente com edema agudo de pulmão.

ANGIOGRAFIA INVASIVA

- “Padrão ouro” para o estudo de estenoses coronárias.
 - Detecta e quantifica a estenose com precisão.
 - Possibilita o planejamento terapêutico.
- Modalidade terapêutica e diagnóstica, muitas vezes na mesma intervenção
Re-vascularização de artéria coronária



FIG 2.3, 2.4 E 2.5 Angiografia durante procedimento de revascularização de artéria coronária.

ECCARDIOGRAFIA

Feito juntamente com o cateterismo cardíaco.

- Igualmente invasivo.
- Introduzido sonda de US intravascular.
- Imagens seccionais (tomográficas).
- Quantificar melhor a estenose em lesões intermediárias.
- Estudo da placa.
- Stents (estudo de re-estenose, no momento do implante).

CINTILOGRAFIA

Vantagens:

- Disponível, relativamente barato.
- Avaliação metabólica.
- Avaliação funcional.

Desvantagens:

- Radiação ionizante.
- Baixa resolução anatômica.

Principais indicações:

- Isquemia miocárdica.
- Viabilidade miocárdica.
- Função ventricular

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Vantagens:

- Avaliação anatômica muito boa.
- Alguns dados cinéticos.
- Seccional / volumétrico.

Desvantagens:

- Preço/disponibilidade.
- Radiação ionizante.
- Contraste Iodado.
- Sem dados metabólicos, de fluxo, pressóricos.
- Método novo, ainda sem muita normatização de indicação

Principais indicações:

- Estratificação de risco (escore).
- Angiografia não-invasiva.
- Descartar DAC.

Contra-indicações absolutas:

não existem

Contra-indicações relativas:

- Alergia ao Iodo
- Asma grave
- IRA
- Miastenia grave
- Feocromocitoma
- Mieloma múltiplo
- Crise tireotóxica
- Metformina

Radiação:

- Gravidez
- Crianças!!

AngioTC



fig 2.6 e 2.7 Reconstruções de imagens cardíaca adquiridas por tomografia computadorizada.

•Praticamente tudo exceto angiografia coronária (ainda).

•Destaque para miocárdio (isquemia, viabilidade, cardiomiopatias, tumores).

Contra-indicações absolutas:

- Marca-passo
- Desfibriladores
- Eletroestimuladores
- Próteses cocleares
- Clip metálico intracraniano
- Corpo estranho metálico intraocular
- Cateteres de Swan-Ganz

Contra-indicações relativas

- Claustrofobia
- Gravidez inicial
- Instabilidade hemodinâmica
- Stentsaórticos (1º mês)
- IRC (Gd)



fig 2.8 Imagem cardíaca adquirida por angioressonância.

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Vantagens:

- Sem radiação.
- Sem contraste nefrotóxico.
- Caracterização tecidual excelente, dados funcionais e de fluxo.

Desvantagens:

- Preço/disponibilidade.
- Exame longo, depende muito da colaboração do paciente.
- Várias contra-indicações.

Principais indicações:

(3) NEFROLOGIA

3.1 Rotinas radiológicas em nefrologia.

Acad. José Gomes da Rocha

Os métodos de imagem têm papel importante no diagnóstico e no acompanhamento evolutivo da doença renal. O conhecimento e a escolha correta do exame radiológico podem reduzir o tempo e os custos da investigação de nefropatias. Na Tabela 1 estão listados os exames radiológicos de escolha de acordo com a disfunção renal.

TABELA 3.1 - A escolha do exame radiológico de acordo com a alteração renal	
ALTERAÇÃO RENAL	EXAME DE IMAGEM
Insuficiência renal de causa desconhecida	USR
Hematuria	UEIV ou USR + tomografia linear renal, de ureter e bexiga
Proteinúria/ síndrome nefrótica	USR
Hipertensão com função renal normal	USR com Doppler de artérias renais, TC de abdome com análise das adrenais
Hipertensão com disfunção renal	USR com Doppler de artérias renais, angiorressonância renal
Estenose de artéria renal com função renal normal	USR com Doppler de artérias renais, arteriografia renal
Estenose de artéria renal com disfunção renal	USR com Doppler de artérias renais, angiorressonância renal
Litíase renal	Raios X simples de abdome, USR, UEIV, TC helicoidal de abdome e pelve com cortes finos de 5mm
Abscesso renal	TC de abdome e pelve
Insuficiência renal obstrutiva	USR, renograma ^{99m} Tc-DTPA
Necrose de papila renal	Urografia excretora intravenosa
Necrose cortical.	TC com contraste
Trombose de veia renal e infarto renal	
Nefrocalcinose	TC sem contraste

TC = tomografia computadorizada; UEIV = urografia excretora intravenosa; USR = ultra-sonografia renal; ^{99m}Tc-DTPA = Tecnécio-99m-ácido dietilenotriamino-pentacético.

UROGRAFIA EXCRETORA

A urografia excretora intravenosa (UEIV) foi durante muito tempo o principal exame de investigação dos rins, ureteres e bexiga. No entanto, nos dias atuais, em várias situações clínicas a UEIV foi substituída por ultra-sonografia renal e tomografia computadorizada. A UEIV pode ser solicitada em pacientes com litíase renal e com alterações anatômicas do trato urinário ou fazer parte da investigação de pacientes com hematuria.

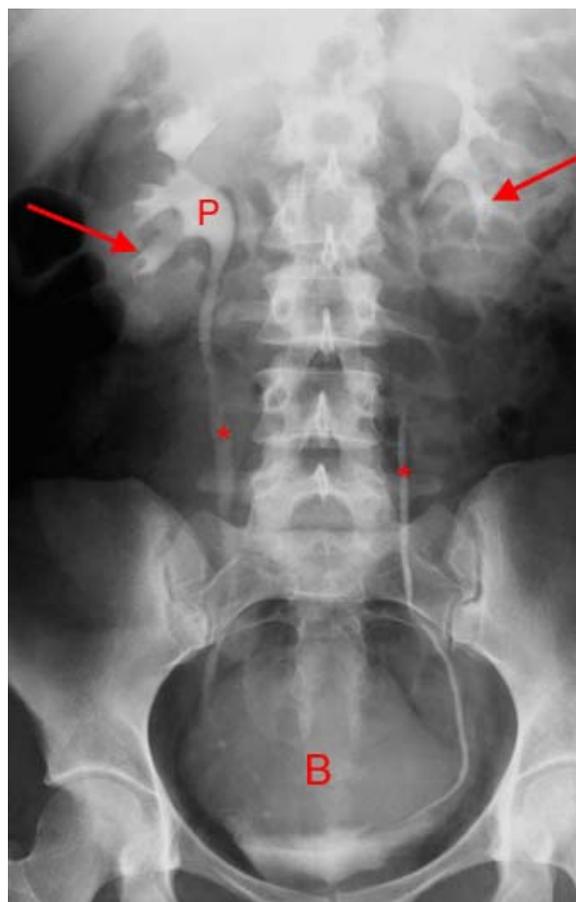


Figura 3.1. UEIV Normal. P = Pelve renal; Setas = Cálice renal; * = Ureteres; B = Bexiga.

ULTRA-SONOGRAFIA RENAL

O exame ultra-sonográfico dos rins apresenta relação custo-benefício excelente. Os rins, frequentemente, apresentam-se de forma bastante nítida ao exame. A USR oferece várias informações sobre o parênquima renal, presença de cistos, massas sólidas, tamanho dos rins e dilatação das vias urinárias. O recurso Doppler colorido permite acesso aos vasos renais, investigando possíveis trombozes, estenoses e a perfusão renal. Os maiores inconvenientes do exame são a dependência da experiência do operador e a dificuldade de visualização em pacientes obesos. Na Tabela 2 estão apresentados os principais parâmetros com as respectivas alterações analisadas na ultra-sonografia renal.

TABELA 3.2 - Principais dados analisados durante ultra-sonografia renal		
PARÂMETRO	PADRÃO DE NORMALIDADE	PRINCIPAL ALTERAÇÃO
Tamanho real	9 – 12cm	Redução: IRC Aumento: mieloma múltiplo, diabetes melito e infiltração tumoral
Ecogenicidade renal	Hipoecogênico em relação ao fígado	Hiperecogênico: IRC, nefrite intersticial aguda Hipoecogenecidade: infarto renal
Relação cortiço-medular	Nítida	Perda da relação: IRC
Espessura da cortical	1,3 – 2cm	Redução: IRC Aumento: mieloma múltiplo, diabetes melito e infiltração tumoral

A USR é o exame de escolha para o diagnóstico e acompanhamento de cistos renais. Essas lesões apresentam-se de forma anecóica e quase sempre são achados casuais do exame. O diagnóstico diferencial deve ser feito com os cistos complexos, pois nestes é necessário afastar causa neoplásica. Os cistos renais foram classificados por Bosniak em quatro tipos que apresentam características distintas expostas na Tabela 3.3.

TABELA 3.3 - Classificação dos cistos renais	
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS ULTRA-SONOGRÁFICAS
Tipo I: cisto simples	Aneicóico, paredes finas
Tipo II: cisto minimamente complicado	Calcificação e septação
Tipo III: cisto complicado	Calcificação, septação e nódulos murais
Tipo IV: neoplasia	Calcificação, septação, nódulos murais e vascularização

As lesões estenosantes da artéria renal são causas de hipertensão arterial secundária. A importância do diagnóstico precoce está na probabilidade alta de reversibilidade da hipertensão através de técnicas de angioplastia renal transluminal percutânea e a colocação de próteses metálicas, além das técnicas cirúrgicas de revascularização. O Doppler colorido dos vasos renais está inserido no algoritmo de diagnóstico da estenose das artérias renais e na avaliação dos procedimentos terapêuticos. A base do uso do Doppler nessas patologias está em duas áreas de investigação: a análise direta da emergência das artérias renais (método direto) e a análise do leito vascular distal intra-renal (método indireto). O Objetivo do método direto é identificar as alterações velocimétricas do fluxo sanguíneo nas artérias renais principais, decorrentes de estenose superiores a 50%.

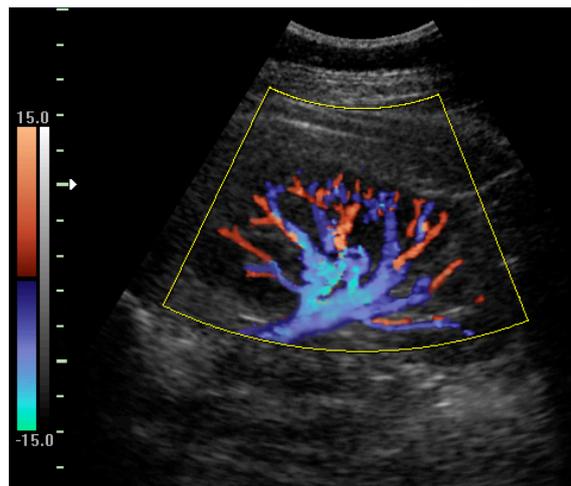


Figura 3.2. Ultra-sonografia renal – rim com ecogenicidade normal.

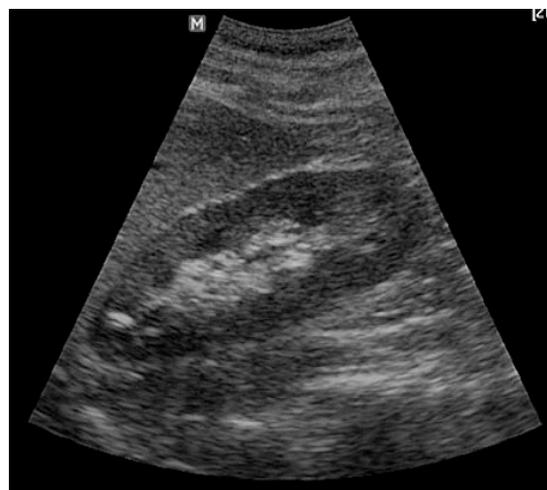


Figura 3.3. Ultra-sonografia renal com Doppler, sendo evidenciado o fluxo venoso em azul e o fluxo arterial em vermelho.

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

O exame tomográfico do parênquima renal é realizado para elucidar a presença de massas renais, localização ectópica renal, investigação pélvica de litíase renal, extensão e evolução do envolvimento do tecido renal nas pielonefrites, além da pesquisa de abscessos renais. O maior avanço tecnológico na tomografia ocorreu no início da década de 1990 com a introdução do escâner helicoidal. Essa técnica permite a avaliação de grandes volumes

corporais em frações de tempo menores. O abdome e a pelve podem ser examinados com cortes de até 3mm, resultando em avaliações mais detalhadas e com menos artefatos. Essa técnica representa vantagens na avaliação de litíase renal na junção ureterovesical, que é pouco acessível à ultrassonografia.

A grande limitação da tomografia é a impossibilidade de efetuar o exame em pacientes acima de 135kg, pois a mesa dos aparelhos está preparada para suportar até este peso.

RESSONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR

O exame de ressonância nuclear magnética (RM) raramente será solicitado como primeira escolha para investigação de nefropatias. Todavia, a RM pode complementar o exame tomográfico, pela capacidade de reconstruir uma imagem em vários planos. As imagens na RM podem ser melhoradas com a utilização de contraste intravenoso. O gadolínio é o contraste paramagnético utilizado na ressonância, com a vantagem de praticamente não causar nefrotoxicidade em relação aos contrastes iodados usados na tomografia computadorizada.

Na investigação de hipertensão arterial secundária, em que a ultra-sonografia com Doppler colorido não foi esclarecedora, a angioressonância pode ser utilizada. Durante a angioressonância não há necessidade de injetar contrastes iodados que podem causar nefrotoxicidade, traduzindo-se em benefício valioso naqueles pacientes com disfunção renal. A angioressonância possui sensibilidade de 95% e especificidade de 93%, se comparada à angiografia digital de subtração para a detecção de estenose de artérias renais. A mesa de exame da ressonância é fechada, impossibilitando a confecção do exame em pacientes claustrofóbicos. No exame de RM forma-se um campo eletromagnético que contra-indica a realização do exame em pacientes portadores de marca-passo definitivo e cliques metálicos no sistema nervoso central.



Figura 3.4. Tomografia computadorizada de abdome. Pielonefrite em rim direito.



Figura 3.5. Ressonância magnética de um paciente com 2 aneurismas na artéria renal. Ambos são sacular, um está em um ramo segmentar (seta fechada) e o outro, intra-renal (seta-aberta). Nota: este paciente tem também uma ausência congênita do rim direito.

ARTERIOGRAFIA RENAL

Apesar do desenvolvimento da tomografia computadorizada e da ressonância nuclear magnética a arteriografia renal continua sendo padrão ouro para o diagnóstico de estenose arterial. O exame de arteriografia pode ser aproveitado para executar a terapêutica da lesão vascular renal através da angioplastia.

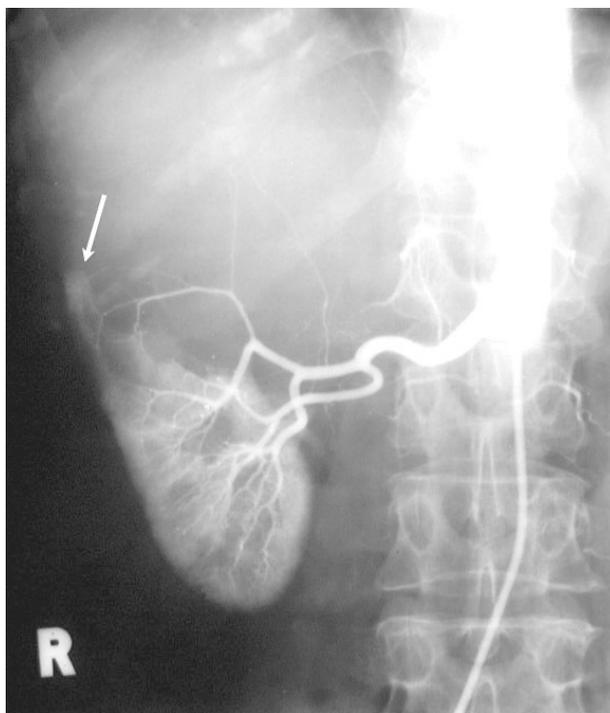


Figura 3.6. Arteriografia renal. Um grande defeito de enchimento é demonstrado no pólo superior do rim direito, formando um ângulo agudo com o córtex renal normal que resulta em uma aparência de bico característica.

(4) Neurologia

4.1 Investigação por Imagem de Doenças Neurológicas

Acad. José Gomes da Rocha

A neurologia é uma especialidade de clínica Médica que depende intensamente da compreensão da anatomia humana normal e das suas variações associadas a doenças. O pensamento do neurologista se volta frequentemente à localização e à natureza das lesões que podem ser causadoras dos fenômenos que são narrados pelo paciente ou observados ao exame físico. Por muito tempo, os estudos complementares em neurologia se restringiam a fornecer informações indiretas acerca da provável localização, natureza e extensão do comprometimento do sistema nervoso central. Durante o atendimento de urgência foram amplamente utilizados ferramentas como o eletroencefalograma (EEG) e exames muito invasivos ou com pouco contraste tecidual, tais como a planigrafia (Radiografia de seções ou planos do corpo, obtida sem o uso de computadores¹), a pneumografia (Radiografia de qualquer órgão, utilizando ar como meio de contraste²) ou a angiografia por punção direta da artéria carótida. O uso destas técnicas tinha por objetivo obter a maior quantidade possível de evidências indiretas acerca do local e do tipo das lesões do sistema nervoso, no entanto, estavam muito aquém de conferir precisão ao diagnóstico. Em grande parte das vezes, a localização da anormalidade podia ser aproximadamente aferida, porém nada podia ser concluído acerca do tipo ou da natureza da lesão, ou de sua fisiopatologia.

Atualmente, grandes avanços no campo denominado neuroimagem têm tornado a investigação de doenças neurológicas cada vez mais rica. Novas ferramentas, sobretudo a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) têm possibilitado precisão espacial milimétrica no diagnóstico topográfico de doenças neurológicas.

RADIOLOGIA CONVENCIONAL

As projeções mais usadas para a radiografia simples de crânio são: Perfil (figura 1), Ântero-posterior ou face alta (figura 2), Frontonasal ou de Caldwell (figura 3), Mentonasal ou de Walters (figura 4) e Hemiaxial ou de Towne (figura 5).

A projeção em perfil e ântero-posterior são básicas. A projeção Caldwell, a de Waters e a em perfil são usadas para pesquisa de sinusite, por mostrar bem os seios paranasais. A projeção em perfil, a ântero-posterior e a de Towne são usadas para o trauma cranioencefálico. Note que, na ântero-posterior, o osso frontal é bem visível, mas o

occipital fica superposto com a face, ao passo que, na projeção de Towne, o occipital fica bem visível, mas o frontal fica superposto com a face. Nesta figura a dificuldade de se estudar uma estrutura tridimensional sobre um plano, sendo necessária a composição de múltiplas projeções, conforme exemplificado, para o estudo de seios paranasais e para pacientes com traumatismo.

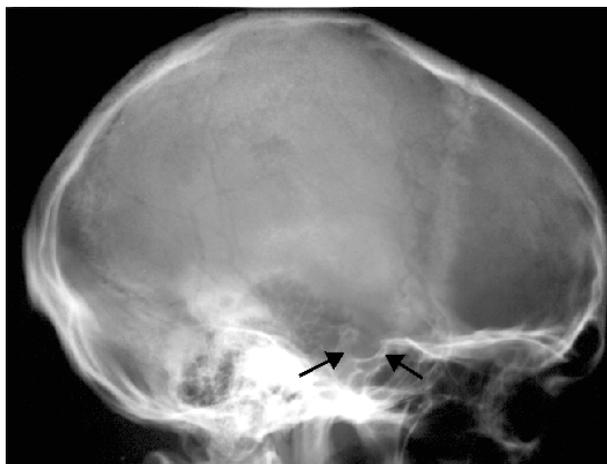


Figura 4.1. Raio X de crânio (Perfil). Setas mostrando normalidade na sela túrcica.



Figura 4.2. Raio X de crânio (ântero-posterior ou face alta) normal



Figura 4.3. Raio X de crânio (Frontonasal ou de Caldwell).



Figura 4.5. Raio X de crânio (Hemiacial ou de Towne). Mostrando normalidade no côndilo maxilar.



Figura 4.4. Raio X de crânio (Mentonasal ou de Walters).

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Tomografia Normal (figura 4.6):

A forma dos ventrículos é bastante distinta (verde e laranja). A presença do terceiro ventrículo na linha média é uma das primeiras coisas a ser localizada quando se avalia uma tomografia computadorizada. Se o terceiro ventrículo não é visível, ou mostra sinais de deslocamento, isso poderá sugerir que há uma anormalidade. As cisternas basais são espaços cheios de fluidos em torno do mesencéfalo (em roxo). Extravasamento sanguíneo ou edema cerebral podem causar o estreitamento destas estruturas ou a não visualização destas. Note neste exame, que os cornos frontais dos ventrículos laterais são simétricos, com o septo entre elas na linha média.

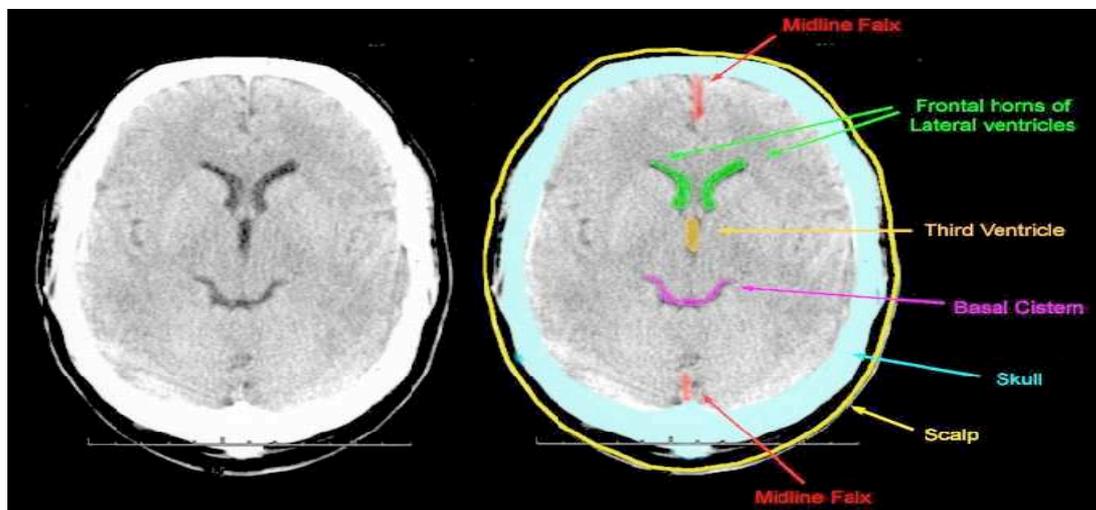


Figura 4.6. Tomografia computadorizada de crânio normal.

Hematoma Subdural agudo com desvio de linha média (figura 4.7):

Esta TC mostra um hematoma subdural agudo no lado direito (em laranja), assim como uma contusão cerebral associada (rosa). A linha média foi esboçada por pontos amarelos, sendo possível notar um desvio à esquerda dos cornos dos ventrículos laterais (verde). Além disso, o terceiro ventrículo já não é visível e as cisternas basais também são de difícil localização. Este quadro exige intervenção cirúrgica do hematoma, caso contrário, a deterioração do estado do paciente é inevitável.

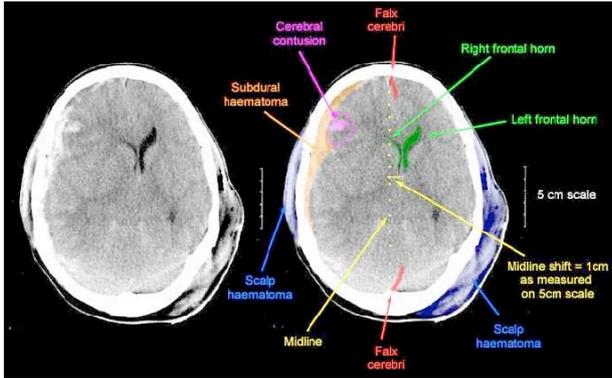


Figura 4.7. TC de crânio de um hematoma subdural agudo. A imagem apresenta desvio de linha média maior do que 5mm, hematoma intracraniano, contusão cortical maior do que 1cm de diâmetro e obliteração do terceiro ventrículo (não visto em TC normal).

Hematoma Subdural agudo (figura 4.8):

A digitalização (corte) foi realizada de uma zona ligeiramente mais elevada do cérebro e mostra os corpos dos ventrículos laterais. O ventrículo lateral esquerdo foi comprimido e se afasta da linha média para a direita. O ventrículo lateral direito apresenta um pouco maior que o normal, isso acontece porque o aumento da pressão impede a fuga do líquido cefalorraquidiano desse ventrículo.

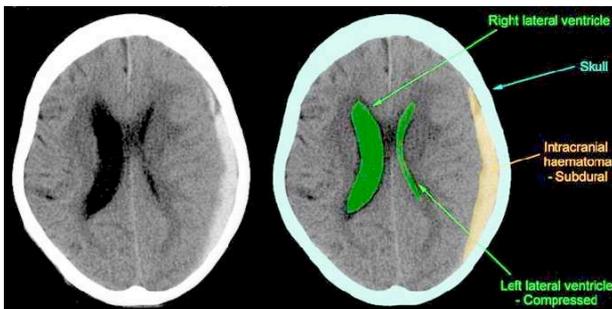


Figura 4.8. TC de crânio mostrando hematoma subdural agudo.

Hematoma Extradural agudo (figura 4.9):

Esta tomografia mostra outro hematoma intracraniano, classificado como hematoma extradural. Pode-se notar que este hematoma tem uma forma côncava, pois ele ocorre entre o osso e a dura-máter e não diretamente sobre a superfície cerebral. Observa-se também que há deslocamento

da linha média, pois cornos frontais perderam sua relação com a foice cerebral.

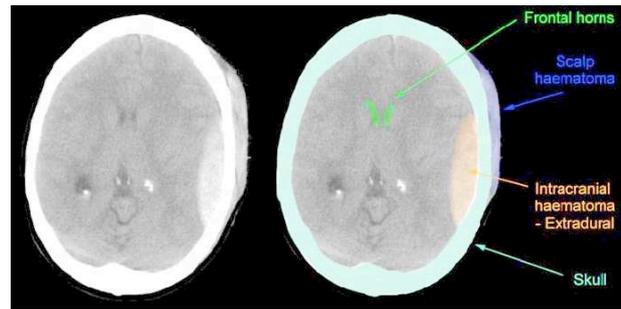


Figura 8. TC de crânio mostrando hematoma extradural agudo.

Lesão axonal difusa (figura 4.10):

A presença de petéquias (em laranja) é geralmente uma indicação de uma lesão cerebral primária muito grave. Petéquias tendem a ocorrer na interface entre a massa cinzenta e branca, mas também podem ocorrer no quadrante dorsolateral do mesencéfalo, bem como em outros lugares dentro da substância cerebral. Observa-se na imagem que os ventrículos laterais e terceiro ventrículo são visíveis e não há nenhuma mudança de linha média. Muitas vezes, é uma característica da lesão axonal difusa, na qual existem numerosas petéquias e nenhuma evidência de edema cerebral, ou mudança de linha média.

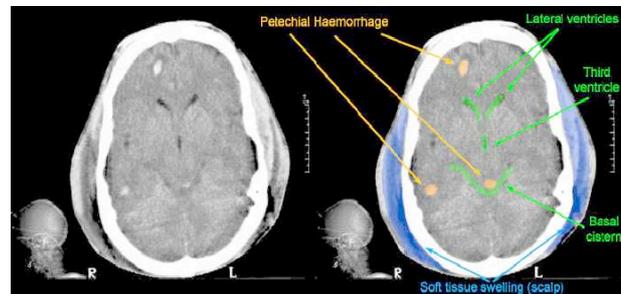


Figura 10. TC de crânio evidenciando lesão axonal aguda.

Contusão Cerebral (figura 4.11):

A figura abaixo mostra um traumatismo craniano grave. Há um extenso ferimento do lado direito do cérebro, aparecendo como uma grande zona cinzenta. Pode-se ver também há manchas brancas dentro da zona cinzenta, isto representa o sangramento e a área cinzenta representa o edema.

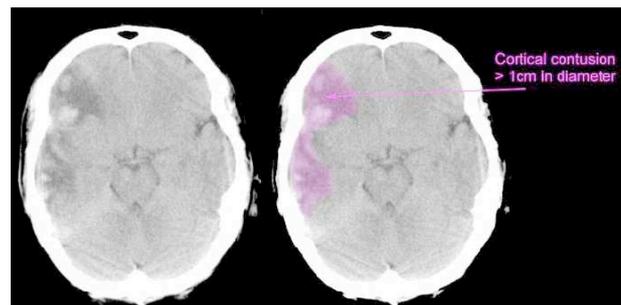


Figura 11. TC de crânio mostrando contusão cerebral com mais de 1cm de diâmetro.

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Comparativamente com à TC, a RM produz imagem em múltiplos planos ortogonais e com variadas técnicas que permitem uma melhor caracterização tecidual. Além da avaliação estrutural anatômica e do espectro do parênquima, a RM ainda pode ser utilizada para: (1) avaliação indireta da função cerebral pela análise da concentração de hemoglobina oxigenada e desoxigenada relacionada com a mudança no fluxo sanguíneo motivada pela execução de uma determinada tarefa, como a movimentação da mão ou geração de palavras, por exemplo (RM funcional = RMf); (2) avaliação dos vasos por imagens baseadas no fluxo sanguíneo (angiografia por RM = angio-RM); (3) avaliação bioquímica dos diferentes tecidos por meio da ressonância magnética por espectroscopia de prótons (espectroscopia por RM = ERM), que permite a quantificação de metabólitos que apresentam distintas frequências de ressonância no campo magnético.

Note que na imagem em T2 (figura 12) o líquido é brilhante, o que faz dela uma sequencia muito sensível para a detecção de processos patológicos e que, em geral, cursam com aumento focal de água. As imagens em T1 (figura 13) com o líquido escuro são menos sensíveis, mas delimitam melhor a anatomia e permitem estudos com contraste, sendo mais específicas. A angiografia por RM (figura 14) é uma imagem construída pelo fluxo e dá uma excelente visão da circulação, mesmo sem uso de contraste.

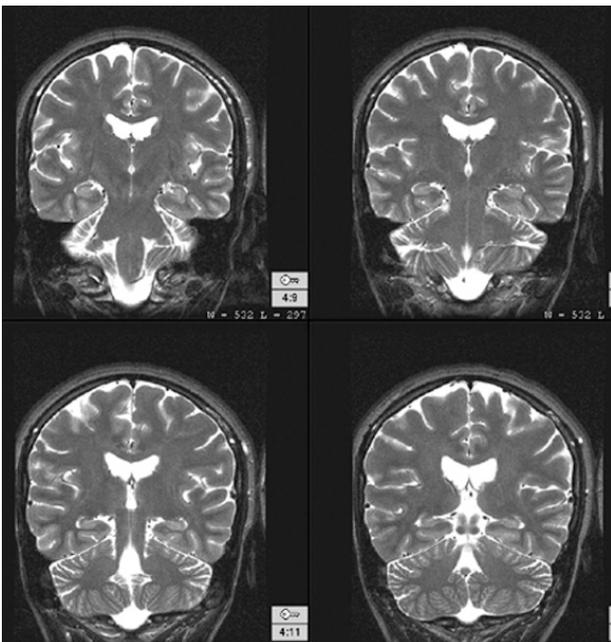


Figura 4.12. Imagem de RM. Corte axial em T2. Normal.

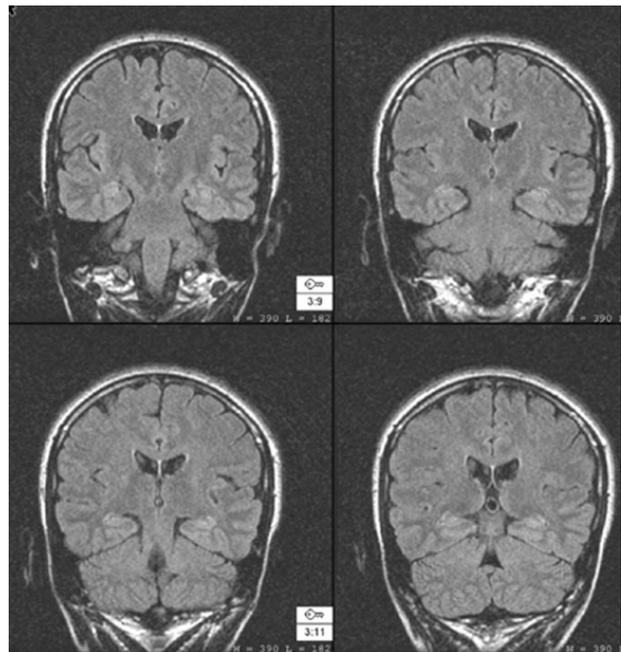


Figura 4.13. Imagem de RM. Corte axial em T1. Normal.

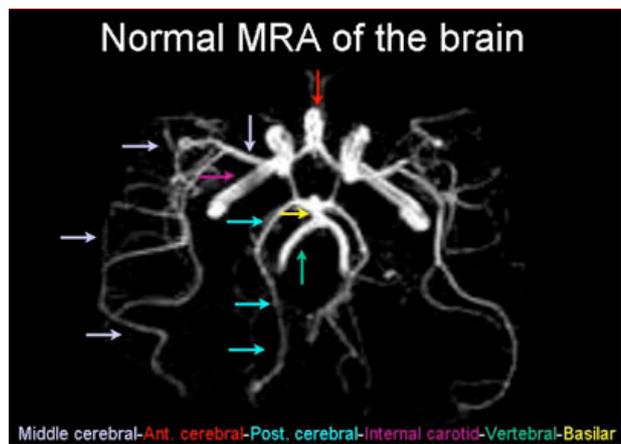


Figura 4.14. Imagem de angio-RM. Normal evidenciando o polígono de Willis.

4.2 Anormalidades em neuroimagem

Acad. Rafaela Fiss Ortiz

Método Analítico Sistemático

Em neuroimagem há um grande número de padrões de alteração, incluindo achados específicos relativamente infreqüentes das enfermidades neurológicas. Para estreitar o espectro de possibilidades diagnósticas diferenciais se adota um método esquemático de análise das alterações, observando-se sete parâmetros:

1.1. *É uma massa?* Massas geralmente são reconhecidas pelo deslocamento das estruturas encefálicas normais. A linha média é desviada para o lado contrário ao da massa, os sulcos adjacentes costumam ser apagados e as estruturas ventriculares ipsilaterais podem ser comprimidas.

1.2. *É atrofia?* Atrofia cortical determina alargamento dos sulcos ipsilaterais ou dilatação do ventrículo adjacente à lesão. O desvio da linha média em direção à área atrófica é muito incomum. Em indivíduo acima de 65 anos com função cognitiva normal a atrofia pode ser considerada não patológica.

1.3. *É intra ou extra-axial?* Massas extra-axiais possuem uma superfície dural larga e tendem a apresentar realce homogêneo ou nenhum realce pela administração de contraste. Em contrapartida, as intra-axiais são totalmente circundadas pelo tecido cortical, e freqüentemente demonstram realce anular ou irregular, associado à edema circunjacente à lesão.

1.4. *É solitária ou múltipla?* Lesão única é provável resultado de doença cerebral primária, enquanto múltiplas lesões falam a favor de patologias disseminadas ou sistêmicas.

1.5. *Acomete a substância cinzenta ou branca?* As lesões que ocorrerem na substância cinzenta costumam ser decorrentes de infartos, traumatismos ou encefalites, levando ao edema citotóxico evidenciado na imagem. Já injúrias que acometem a substância branca comumente causam efeito de massa, como tumores, abscessos e hematomas, e geralmente demonstrar-se à imagem por causarem edema vasogênico.

1.6. *Como é a distribuição das lesões?* Conhecendo a anatomia neurológica normal, sua vascularização e as funções correspondentes a cada região encefálica, pode-se determinar, a partir da localização da lesão isquêmica ou hemorrágica, qual artéria está envolvida no agravo e determinar quais as possíveis conseqüências clínicas para o paciente.

1.7. *Há realce por contraste?* Lesões impregnadas por contraste indicam quebra da barreira hematoencefálica, indicando processo biologicamente ativo. Em alguns casos, quanto mais diferenciado for o tumor, maior será a impregnação pelo meio de contraste.

Hematoma Epidural

É a coleção de sangue, comumente arterial, entre a dura-máter e a tábua óssea interna, deslocando o parênquima cerebral. A coleção raramente ultrapassa os limites das suturas cranianas devido à firme inserção dural nestas estruturas. A causa mais comum é a fratura craniana, que leva ao rompimento das artérias meníngeas. À TC, são vistas como lesões extra-axiais bem definidas, em forma de lente biconvexa e com alta densidade. O efeito expansivo pode causar apagamento dos sulcos próximos à lesão e desvio de linha média.

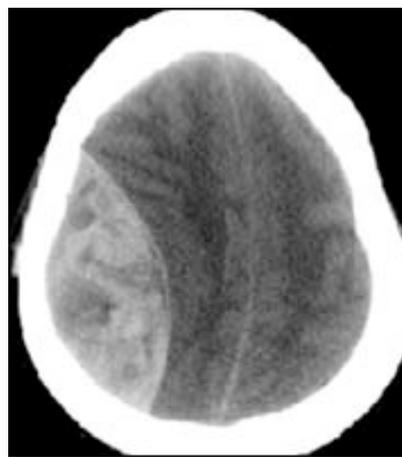


Fig. 4.15. Hematoma epidural agudo em região temporal direita: lesão extra-axial biconvexa que desloca o parênquima. Aspecto heterogêneo do hematoma caracteriza hemorragias ativas.

Hematoma Subdural

Diferente do hematoma epidural, o hematoma subdural costuma ser uma coleção de sangue venoso, resultando da laceração das veias corticais que atravessam o espaço subdural rumando aos seios durais. É geralmente causada por forças de desaceleração (acidente automobilístico, queda). Vendo que a dura-máter e a aracnóide-máter não estão tão firmemente fixadas, a tendência é de uma lesão com maior expansibilidade. À TC observa-se, na lesão aguda, uma coleção extra-axial em forma côncavo-convexa, com densidade elevada. A densidade da lesão tende a diminuir progressivamente, passando por uma fase de isodensidade ao parênquima no período de alguns dias a 3 semanas após o evento.

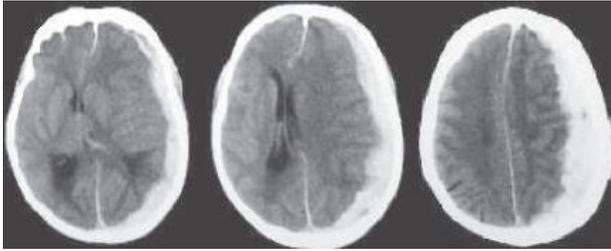


Fig.4.16. Hematoma subdural agudo em região parietal esquerda: coleção extra-axial hiperdensa em forma de lente côncavo-convexa ou de lua crescente associado à efeito expansivo e deslocamento contra-lateral das estruturas da linha média.

Hemorragia Subaracnóidea

O espaço subaracnóideo é o compartimento revestido por líquido cefalorraquidiano que circunda os vasos sanguíneos e se comunica com o sistema ventricular, localizado entre a aracnóide-máter e a pia-máter. Hemorragia subaracnóidea caracteriza a coleção de sangue nesse espaço. O sangramento pode ser decorrente do extravasamento sanguíneo direto de pequenos vasos subaracnóideos ou pela extensão de um hematoma para o local. Essa lesão é freqüente no traumatismo crânio-encefálico e é um evento comum na vigência de ruptura aneurismática. A hemorragia subaracnóidea raramente causa efeito expansivo. É vista à TC como áreas lineares de hiperdensidade dentro das cisternas e dos sulcos, e pode ser diferenciada dos hematomas subdurais por sua extensão para os sulcos adjacentes.

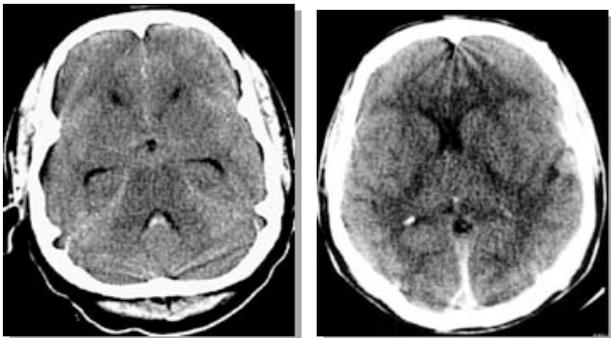


Fig.4.17. Hemorragia subaracnóidea: conteúdo hiperdenso nos sulcos e fissuras cerebrais.

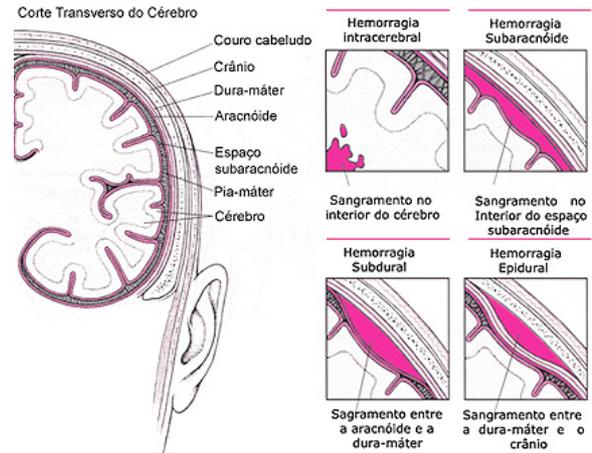


Fig.4.18. Desenho esquemático das possíveis lesões resultantes de traumatismo crânio-encefálico.

Acidente Vascular Cerebral

Acidente vascular cerebral (AVC) é um termo clínico utilizado para caracterizar qualquer agravo vascular encefálico abrupto e não-traumático. Pode ser de etiologia isquêmica (75% dos casos), ou de etiologia hemorrágica (25% dos casos).

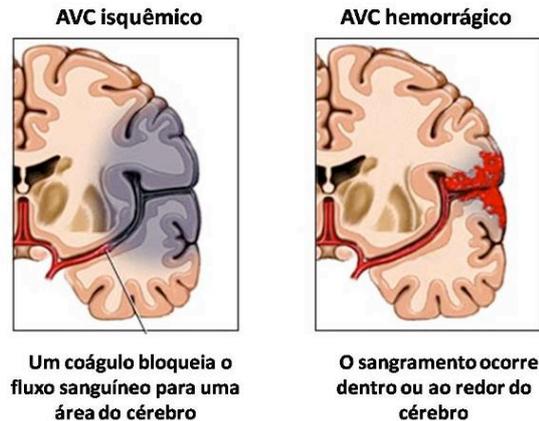


Fig.4.19. Desenho ilustrativo da classificação em AVC isquêmico e hemorrágico.

AVC Isquêmico (AVCi)

Ocorre quando a perfusão cerebral diminui por tempo suficiente para causar necrose do parênquima encefálico. Podem ser decorrentes de trombos, formados em locais onde o endotélio vascular é anormal, com áreas ulceradas ou placas ateroscleróticas, ou êmbolos, podendo ser oriundos do coração, arco aórtico, artérias carótidas, ou das artérias vertebrais, provocando infarto por migração distal e oclusão. Estas situações levam à estenose ou oclusão de vasos que suprem as necessidades metabólicas das células neuronais, que acabam evoluindo para necrose.

O primeiro passo frente a um paciente apresentando sintomas de AVC é obter uma TC para exclusão de causa hemorrágica. O aspecto tomográfico de um infarto cerebral varia ao longo do tempo. O exame pode aparecer normal nas

primeiras 8 a 12 horas após o evento agudo, aparecendo dentro de 12 a 24 horas como uma área homogênea de hipodensidade. Em 1 a 4 semanas grande parte das lesões mostram reforço com contraste em áreas dispersas, evidenciando a quebra da barreira hemato-encefálica. Dentro de um mês, a área infartada apresentará densidade semelhante ao líquido.

Já a RM apresenta uma grande sensibilidade para diagnóstico de lesões isquêmicas em fase aguda, podendo também dispor de informações referentes à viabilidade tecidual. Esse exame se mostra superior à TC nessas ocasiões também por permitir a realização de angiografia por RM, visualizando os vasos que nutrem o encéfalo, para o estudo de suas permeabilidades.



Fig.4.20. AVCi em região frontal direita: área homogênea de hipodensidade associado ao apagamento dos sulcos corticais circunjacentes à lesão.

AVC Hemorrágico (AVCh)

É o sangramento direto na substância cerebral, com tendência a deslocar e dilacerar o tecido cerebral pelo efeito de massa causado por este volume de sangue extravasado. Sangramentos são muito bem visualizados à TC como áreas de hiperdensidade, uma vez que as hemácias são radiopacas.

As principais causas de sangramento cerebral são hemorragias hipertensivas, malformações vasculares e coagulopatias. Altos níveis de pressão arterial podem causar danos aos vasos cerebrais, principalmente em região dos gânglios da base, levando à formação de pequenos e frágeis aneurismas com tendência a romperem-se, causando sangramento intra-axial. Dentre as malformações vasculares, destacam-se os aneurismas, e as malformações arteriovenosas. Há também a possibilidade de formação de hematoma cerebral por transformação hemorrágica de um evento isquêmico. Essa lesão provavelmente ocorre devido à necrose e reperfusão da área infartada, surgindo usualmente de 2 a 4 dias após o evento isquêmico.

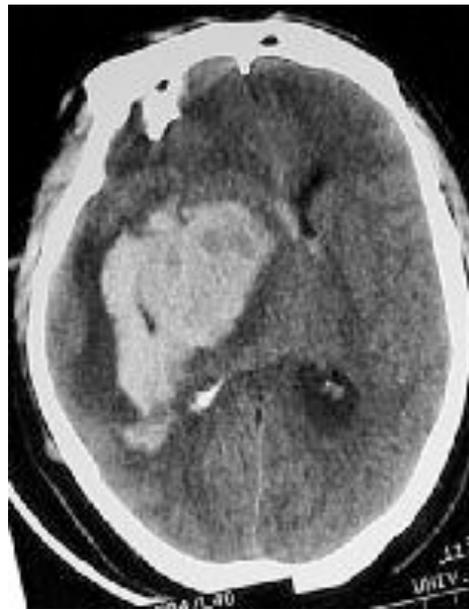


Fig.4.21. AVCh: lesão hiperdensa à direita, apresentando efeito de massa e desvio da linha média associado a apagamento dos ventrículos ipsilaterais.

(5) GASTROENTEROLOGIA

5.1 Radiologia em gastroenterologia

Acad. Monica Wagner

O conhecimento da anatomia dos compartimentos do abdome é fundamental para compreender os efeitos dos processos patológicos e interpretar corretamente os estudos de imagem. As considerações fundamentais incluem referências anatômicas, ligamentos e fâscias que definem compartimentos e as variações normais no tamanho e no aspecto dos vários compartimentos.

Achados Radiológicos

Líquido na Cavidade Peritoneal

Origina-se de muitas fontes diferentes e varia acentuadamente quanto à sua composição.

Exemplos:

- ascite (líquido seroso, mais comumente causado por cirrose, hipoproteinemia ou insuficiência cardíaca congestiva)
- ascite exsudativa (por processos inflamatórios como abscesso, pancreatite, peritonite ou perfuração intestinal)
- hemoperitônio (por traumatismo, cirurgia ou hemorragia espontânea)
- ascite neoplásica (tumores intraperitoneais)
- urina, bile e quilo (linfa)

Nem sempre é de fácil reconhecimento ao estudo radiológico convencional. Neste método pode aparecer como imagem maciça radiopaca na projeção do abdome ou como nível hidro-aéreo com o paciente em decúbito lateral.

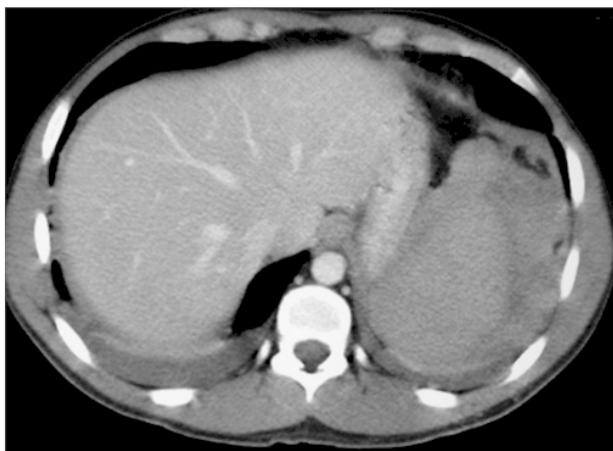


Figura 5.1. Hemoperitônio em TC de abdome

Pneumoperitônio

Presença de ar livre no interior da cavidade peritoneal. Constitui um sinal valioso de perfuração de víscera oca, geralmente causada por úlcera duodenal ou gástrica. Outras causas incluem

traumatismo, cirurgia recente e infecção da cavidade por microorganismos produtores de gás.

As evidências de pneumoperitônio em radiografias simples são mais bem observadas em radiografias obtidas com o paciente em posição ortostática ou sentada. Quantidades variáveis de ar são claramente demonstradas abaixo das cúpulas diafragmáticas.



Figura 5.2. Pneumoperitônio em Raio X de abdome agudo

Calcificações Abdominais

Podem representar um importante sinal de doença intra-abdominal e, portanto, devem ser pesquisadas em todo estudo de imagem do abdome. A TC e a US são mais sensíveis para a detecção de calcificações do que a radiografia simples.

As calcificações vasculares são comuns na aorta, veia Porta e nos vasos ilíacos de indivíduos idosos. Flebólitos são trombos calcificados em veias, com re-canalização do fluxo, comumente visualizados na pelve.

O pâncreas calcificado é associado a pancreatite crônica. Ainda, podem ser eventualmente observados linfonodos, cálculos biliares e urinários, vesícula biliar, glândulas suprenais, tumores e cistos calcificados.

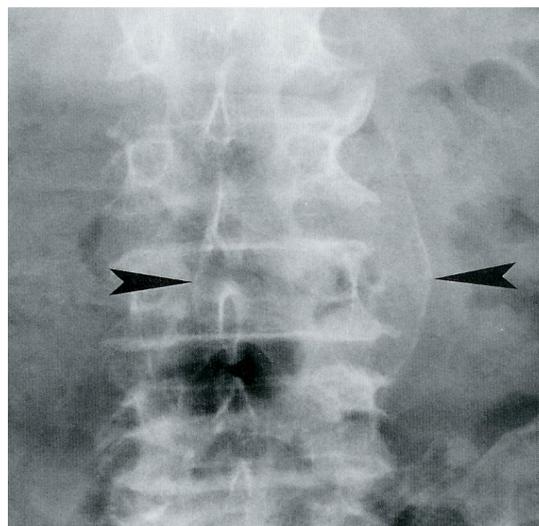


Figura 5.3. Aneurisma de aorta torácica calcificado em Raio X de abdome.

Abdome Agudo

A rotina para abdome agudo consiste numa radiografia de tórax pósterio-anterior em posição ortostática e radiografias do abdome em decúbito dorsal e posição ortostática. A radiografia do tórax é ideal para a detecção de pneumoperitônio e doenças intratorácicas que podem se manifestar através de queixas abdominais. As radiografias do abdome permitem estabelecer o diagnóstico de muitas afecções abdominais agudas.

Deve-se observar:

1) Padrão de gás normal

São observados níveis hidroaéreos em pacientes normais, comumente no estômago e, com frequência, no intestino delgado. No intestino delgado, o ar aparece habitualmente na forma de múltiplas coleções de gás pequenas e aleatórias espalhadas especialmente na região central do abdome. O padrão normal varia desde a ausência de gás intestinal até a sua presença dentro de 3 a 4 alças intestinais. O cólon normal contém algum gás e material fecal.

2) Intestino

O intestino delgado tem localização mais central no abdome e caracteriza-se por pregas circulares que atravessam todo o diâmetro da luz. A obstrução de intestino delgado está relacionada principalmente a aderências pós-cirúrgicas e hérnia encarcerada. Observam-se alças de intestino delgado dilatadas, níveis hidroaéreos em diferentes alturas dentro da mesma alça e pequenas bolhas de gás retidas entre as pregas nas alças dilatadas e cheias de líquido, conhecidas como o sinal do empilhamento de moedas ou cordão de pérolas (uma fileira de pequenas bolhas de gás orientadas horizontal ou obliquamente através do abdome). Pode ocorrer obstrução por estrangulamento, obstrução de alça fechada, intussuscepção e íleo biliar.

O intestino grosso é mais periférico e caracteriza-se por haustrações que só se estendem até parte do lúmen. A obstrução acontece geralmente em idosos. O ceco, que tem o diâmetro normal maior que o intestino grosso, sempre sofre maior grau de dilatação, independente do local de obstrução. A maioria dos casos ocorre no cólon sigmóide, em que a luz é mais estreita e as fezes estão compactas. Os níveis hidroaéreos distais à flexura esplênica são uma forte evidência de obstrução, a menos que o paciente tenha realizado enema. Pode ocorrer por vólvulo sigmóide, vólvulo cecal e impactação fecal.



Figura 5.4. Raio X de abdome agudo sem alterações.



Figura 5.5. Raio X de abdome agudo com a presença de níveis hidroaéreos



Figura 5.6 Raio X de abdome agudo com o sinal das moedas empilhadas

3) Alça sentinela

Refere-se a um segmento do intestino que se torna paralisado e dilatado por estar situado próximo a um órgão intra-abdominal inflamado. Trata-se de um curto segmento de íleo adinâmico, visualizado como alça isolada de intestino distendido, que permanece na mesma posição geral em radiografias seriadas. A observação de uma alça sentinela deve alertar o médico quanto a processo inflamatório adjacente. No quadrante superior direito, sugere colecistite aguda, hepatite ou pielonefrite. No quadrante superior esquerdo leva a suspeita de pancreatite, pielonefrite ou lesão esplênica. Nos quadrantes inferiores, diverticulite, apendicite, salpingite, cistite ou Doença de Crohn.

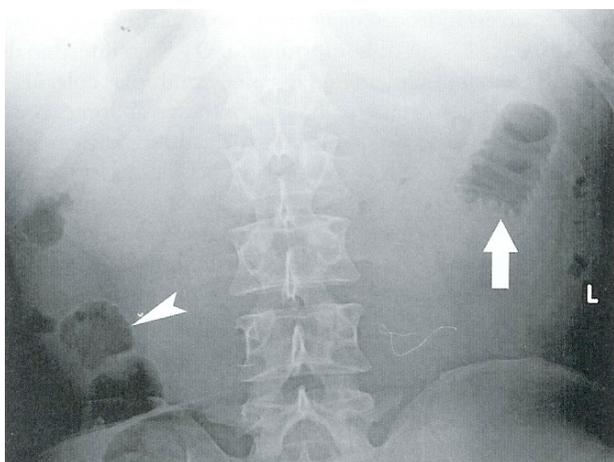


Figura 5.7. Alça sentinela persistente em intestino delgado, observada no Raio X simples de abdome (seta). A cabeça de seta demonstra padrão de gás normal no cólon direito.

A apendicite constitui a causa mais comum de abdome agudo. As radiografias simples revelam a presença de cálculo apendicular (apendicolito ou fecalito) em cerca de 14% dos pacientes com apendicite aguda, sendo formado pela deposição de cálcio ao redor de um nicho de fezes espessadas. A US é muito acurada e fornece um diagnóstico definitivo, sendo a técnica de escolha para mulheres em idade fértil e crianças. A TC é o método de escolha em homens, idosos e quando há a suspeita de abscesso periapendicular.



Figura 5.8. Visualização de apendicite aguda na US.

Doença Hepática

A infiltração gordurosa ou esteatose ocorre por acúmulo de colesterol e triglicerídeos nos hepatócitos e pode ser focal ou difusa. As causas incluem alcoolismo, obesidade, desnutrição, terapia com esteróides, diabetes melito, pancreatite e quimioterapia, dentre outros. Na TC, observa-se diminuição da atenuação do parênquima hepático, tornando o fígado menos denso que o baço, quando comparados. Na US, o parênquima hepático apresenta aumento da ecogenicidade nas áreas de infiltração gordurosa.

A hepatite aguda geralmente não produz anormalidades nos exames de imagem. Alguns pacientes podem apresentar edema hepático difuso, diminuindo a ecogenicidade do parênquima. A hepatite crônica caracteriza-se por inflamação e fibrose portais e perilobulares que pode levar à cirrose.

A cirrose caracteriza-se por destruição difusa do parênquima, fibrose com alteração da arquitetura hepática e inúmeros nódulos regenerativos, que substituem o parênquima hepático normal. A US revela a presença de parênquima heterogêneo com textura grosseira.

As metástases são as massas malignas mais comuns no fígado, originando-se geralmente do trato gastrointestinal, das mamas e dos pulmões. Podem ter várias apresentações desde uniformemente sólidas, necróticas, císticas ou calcificadas. Costumam ser irregulares, mas podem ser nítidas e bem definidas.

O hemangioma cavernoso é a segunda causa mais comum de massa hepática depois das metástases, sendo a neoplasia benigna mais comum, encontrada em 7-20% da população e mais freqüente em mulheres. O tumor consiste em grandes espaços vasculares contendo sangue, apresentando paredes finas e separadas por septos fibrosos.

O fluxo sanguíneo através do emaranhado vascular é lento, resultando em achados típicos nas imagens.

(6) Pediatria

6.1 Radiologia em pediatria.

Acad. Rafaela Fiss Ortiz

Considerações gerais

O objetivo da imagem pediátrica é adquirir um exame diagnóstico de alta qualidade com a menor exposição possível a radiação, logo as incidências devem procurar ser menos extensas, protegendo sempre que possível as demais partes do corpo que não necessitam ser expostas. Podem haver algumas dificuldades técnicas na realização do exame, sendo necessário contenção ou sedação, principalmente na faixa etária de um a 3 anos de idade. Outro desafio é a ingestão voluntária dos agentes de contraste, eventualmente necessitando administrá-los por sonda nasogástrica. Convidar os pais a participarem de certos procedimentos pode assegurar uma melhor cooperação do paciente.

Tórax

Crupe

Crupe, ou difteria, é causado por infecção pelo vírus influenza e parainfluenza, com pico de incidência entre 6 meses e 3 anos de idade. Produz uma extensa laringotraqueobronquite, com edema significativo na traquéia subglótica, causando seu estreitamento. No raio-x em incidência cervical AP observa-se um aspecto de V invertido estendido, característico do crupe.

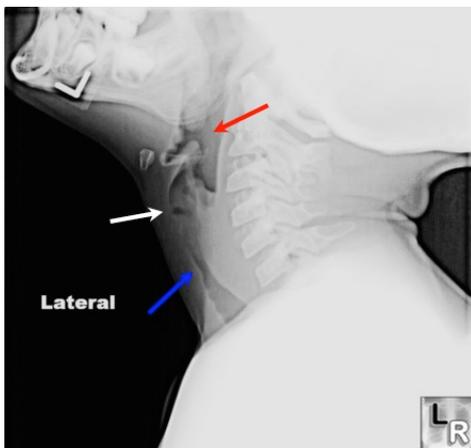


Fig.6.1.: Raio-X em perfil da região cervical evidenciando, de cima para baixo, leve dilatação da hipofaringe (1ª seta), dilatação da laringe (2ª seta) e estreitamento da traquéia subglótica (3ª seta).

Epiglotite

Causado pela bactéria *Haemophilus influenzae*, causa significativo edema da epiglote e tecidos circundantes. É uma situação perigosa, podendo representar risco de vida. O raio-x lateral dos tecidos moles cervicais evidencia aumento marcado da epiglote e tecidos circundantes.

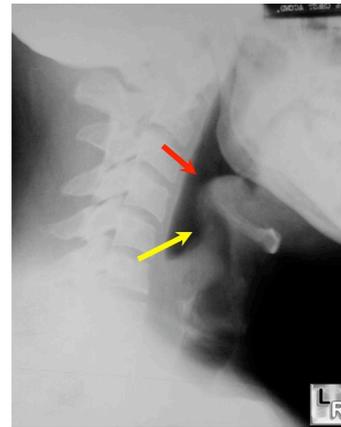


Fig.6.2.: Raio-X da região cervical em perfil evidenciando edema de apiglote e tecidos circundantes.

Pneumonia, Bronquite e Bronquiolite

Além dos agentes causadores de pneumonia em adultos, os vírus são causas comuns desse agravo em crianças, principalmente as menores de 5 anos. Esses vírus costumam causar reação inflamatória com edema nas mucosas respiratórias, poupando os espaços aéreos. Pode-se observar no raio-x de tórax espessamento das paredes brônquicas, broncogramas aéreos, hiperaeração e linhas pulmonares aumentadas. A bronquiolite costuma afetar lactentes com menos de um ano, enquanto a bronquite ocorre em lactentes e crianças mais velhas.



Fig.6.3.: Raio-X de tórax demonstrando hiperinsuflação pulmonar, retificação das cúpulas diafragmáticas e atelectasias em região de ápice pulmonar direito e base esquerda, em um recém-nascido com quadro de bronquiolite.

Abdômen

Estenose Hipertrófica de Píloro

Condição comum em lactentes, principalmente do sexo masculino, é a hipertrofia da musculatura circular do píloro, causando obstrução e impedindo o alimento de chegar ao estômago. Exames radiológicos não são comumente solicitados, uma vez que uma massa palpável abdominal associado a vômitos em jatos após cada mamada na segunda a sexta semana de vida podem levar diretamente ao agendamento cirúrgico. Quando o diagnóstico é incerto, pode-se solicitar uma série gastrointestinal superior (com administração de contraste) ou uma ecografia abdominal. O raio-x simples pode evidenciar um estômago dilatado, com pouco gás no intestino distal (sinal de obstrução).



Fig. 6.4.: Radiografia abdominal de um recém-nascido demonstrando distensão gástrica associada à presença de pouco ar no intestino distal na estenose hipertrófica de piloro.

Intussuscepção Ileocólica

Ocorre quando um segmento de intestino invagina em um segmento imediatamente distal a ele, produzindo obstrução intestinal. Em crianças é geralmente ileocólica, quando uma porção de intestino delgado se invagina na junção do intestino grosso e delgado. Um filme simples do abdome em posição supina pode ser normal, mas em decúbito lateral esquerdo o cólon direito é preenchido com ar, pode-se visualizar uma massa circundada por esse ar. O diagnóstico definitivo é feito com enema baritado, que mostrará uma obstrução do cólon por defeito de enchimento convexo.

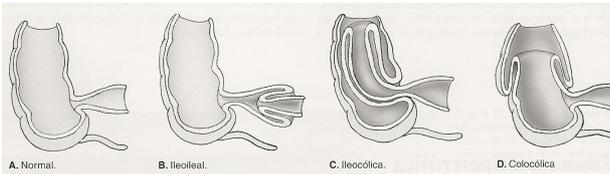


Fig.6.5.: Imagem ilustrativa dos diferentes tipos de intussuscepção



Fig. 6.6.: Enema baritado de intussuscepção de cólon direito, demonstrado no local de interrupção do fluxo retrógrado de bário (setas).

Hirschsprung

É a ausência de gânglios nervosos no cólon distal, levando a uma obstrução funcional do intestino. O raio-X simples demonstra dilatação do intestino grosso e delgado. O diagnóstico é feito com enema baritado, que mostra uma um cólon

dilatado seguido de uma zona com contrações alteradas e irregulares.



Fig. 6.7.: Raio X simples de um neonato portador da doença de Hirschsprung, demonstrando dilatação do intestino delgado com presença de ar dentro das alças.

Ossos Normais em Pediatria

Um osso longo normal em crescimento é composto por dois centros de ossificação (epífises), separados da parte mais longa (metáfises e diáfise) pelas placas de crescimento (fisis). O crescimento longitudinal ocorre nas fisis, enquanto o crescimento em diâmetro se dá a partir do perióstio. Como as epífises são inicialmente formadas de cartilagens que vão gradativamente sofrendo processo de calcificação, em crianças muito pequenas essas estruturas podem não ser visualizadas ao raio-X. As fisis tendem a diminuir progressivamente, e uma vez fechadas completamente, o crescimento ósseo longitudinal cessa.

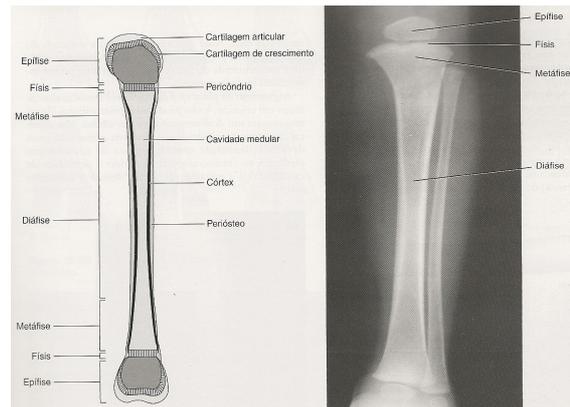


Fig. 6.8.: À esquerda figura ilustrativa de um osso em crescimento, com suas estruturas correspondentes indicada em raio-X à direita.

Fraturas

Como os ossos jovens são mais flexíveis, as fraturas conhecidas são em arco (dobramento do osso), em toro (pregueamento do lado côncavo e arqueamento do lado convexo) e em galho verde (dobramento do lado côncavo com fratura incompleta do lado convexo).

(7) TRAUMATOLOGIA

7.1 Radiologia em traumatologia

Acad. Monica Wagner

A modalidade mais frequentemente utilizada para avaliação de transtornos ósseos e articulares e sobretudo de condições traumáticas, é a radiografia convencional. O radiologista deve obter pelo menos duas incidências do osso envolvido, com cada incidência incluindo duas articulações adjacentes. Em crianças, geralmente é necessário obter uma radiografia do membro não afetado normal para comparação. A tomografia é um método que permite a visualização mais acurada de lesões muito pequenas para serem observadas em radiografias convencionais ou mostra detalhes anômicos encobertos por estruturas suprajacentes, sendo utilizada principalmente na avaliação de fraturas complexas da pelve e vértebras.

O esqueleto é constituído de osso cortical e esponjoso, que são formas altamente especializadas de tecido conectivo. Cada tipo de tecido ósseo tem a mesma estrutura histológica básica, mas o componente cortical tem uma arquitetura compacta e sólida interrompida apenas por canais estreitos que contêm vasos sanguíneos (sistemas haversianos), enquanto o componente esponjoso consiste em trabéculas separadas por medula óssea gordurosa ou hematopoética (medular).

Os ossos são divididos em três partes: diáfise, epífise e metáfise. A diáfise é a parte alongada do osso, apresentando bordos espessos e densos (cortical). As epífises são as extremidades e as metáfises correspondem às porções alargadas entre a diáfise e as epífises. As epífises e as metáfises são constituídas de osso esponjoso, sendo limitadas por uma cortical mínima.

Nos ossos em fase de crescimento, as epífises e as metáfises são separadas por uma faixa radiotransparente no exame radiológico. Estas regiões correspondem à placa de crescimento (cartilagem de conjugação, placa epifisária ou fises). A avaliação da idade óssea baseia-se na comparação do desenvolvimento das estruturas das mãos e punhos e, algumas vezes, de joelhos, com a tabela de Greulich-Pyle.



Figura 7.1. Raio X de mão e punho para avaliação da idade óssea. Observa-se que as cartilagens de crescimento ainda não estão consolidadas.

Fraturas e Luxações

As fraturas e luxações estão entre as condições traumáticas mais encontradas pelos radiologistas. Por definição, fratura é a ruptura completa na continuidade do osso. Luxação é a ruptura completa de uma articulação (as superfícies articulares não estão mais em contato).

Havendo suspeita de fraturas, devem ser pesquisadas anormalidades associadas, como edema de tecidos moles, deslocamento das linhas de gordura, reação periosteal e endosteal, derrame articular, nível de gordura e líquido intracapsular, deformidade da cortical e ângulos metafisários irregulares. Constatada a fratura, devem ser descritos o local e a extensão, o tipo, a direção da linha de fratura, o alinhamento dos fragmentos, a presença de impactação, depressão ou compressão, a presença de anormalidades associadas e se a placa de crescimento está envolvida.



Figura 7.2. Fratura completa. Continuidade do osso é interrompida.



Figura 7.3. Luxação anterior típica da cabeça do úmero. A superfície articular do úmero perde contato com a superfície articular da glenóide.

Doença Articular Degenerativa (Osteoartrose)

A doença articular degenerativa, também chamada de osteoartrose, caracteriza-se pela degeneração progressiva da cartilagem nas articulações sinoviais, sendo a mais comum das doenças articulares na população. Justifica-se o uso do termo osteoartrose uma vez que o processo inflamatório, embora presente (sinovite), não é acentuado nesta doença.



Figura 7.4. Osteoartrose da articulação do quadril (coxartrose).



Figura 7.5. Artrose em joelho com redução do espaço articular fêmuro-tibial medial

Tumores Ósseos

Os tumores e as lesões ósseas semelhantes a tumor podem ser divididos em benignos e malignos. Este último grupo ainda pode ser dividido em maligno primário, secundário (malignização de distúrbio benigno) e tumores metastáticos. Podem, ainda, serem classificadas de acordo com seu tecido de origem.

Provavelmente, a idade do paciente seja o fator único mais importante dos dados clínicos na determinação radiográfica do diagnóstico de um tumor. Também deve ser observada a duração dos sintomas e a velocidade de crescimento do tumor. Certos tumores tem predileção por grupos etários específicos.

Sempre devem ser pesquisados alguns aspectos radiológicos, como local da lesão (osso específico e o local no osso afetado), natureza da borda da lesão (zona de transição estreita ou larga), tipo de matriz (calcificada, ossificada ou oca), tipo de destruição óssea, reação periosteal e a presença ou ausência de disseminação para tecidos moles.

Na avaliação de lesões de tecidos moles, alguns achados podem sugerir o diagnóstico, como a presença de flebolitos (hemangioma), áreas radiotransparentes dentro da massa (lipoma), ossificações mal definidas dentro de uma massa densa (osteossarcoma).

As características na RM que sugerem uma massa de tecidos moles benigna incluem margens nítidas e homogeneidade da lesão, enquanto edema peri-tumoral proeminente e necrose sugerem natureza maligna.



Figura 7.6. Complicação de Osteocondroma. Menino de 9 anos de idade com osteocondroma sésil na porção distal da tíbia. A lesão produzia erosão por pressão e, posteriormente, abaulamento e afilamento da fibula, com subsequente fratura do osso.

7.2 Avaliação radiológica da coluna vertebral.

Acad. Rodrigo de Don Braga

A coluna vertebral está envolvida em funções altamente especializadas principalmente na biomecânica do corpo. Seu papel é fundamental na sustentação do peso corporal, é pivô para a movimentação da cabeça e tem papel fundamental na locomoção. Além disso, oferece uma proteção a medula espinhal e raízes nervosas.

A anatomia da coluna vertebral é constituída de 33 vértebras. Sete vértebras cervicais com uma curvatura lordótica, doze torácicas com curvatura cifótica, cinco lombares em lordose além de cinco vértebras fusionadas sacro e 4 do cóccix em cifose. Cada vértebra possui detalhados processos anatômicos e deve-se ficar atento as sobreposições e incidências no processo de interpretação do exame de imagem. Os elementos básicos que podem ser avaliados nas imagens de cada vertebra são os do corpo vertebral, arco posterior, pedículo, apófise espinhosa, apófises articulares superiores e inferiores, forames de conjugação e apófises transversais.

O exame radiográfico convencional é bastante utilizado para avaliação das doenças e alterações da coluna vertebral, porém tem qualidade diagnóstica limitado devido principalmente a sobreposição das estruturas ósseas vertebrais. Em casos mais complicados a TC tem indicação na suspeita de alteração óssea e avaliação da coluna lombossacra, enquanto a ressonância magnética (RM) é a escolha para estudo das regiões dorsal e cervical, essa aquisição permite ainda a visualização dos discos intervertebrais, conteúdo intra-raquidiano e alterações da medula espinhal.

Ao observar uma imagem de lesão em coluna vertebral, é de muito valor estudar o contexto dessa lesão através da busca de estados patológicos ou de envelhecimento prévios. Entre essas alterações, pode-se citar doença discal, a osteoporose e o hiperparatireoidismo.

Discos intervertebrais são coxins fibrosos dispostos entre os corpos vertebrais, sua função é de amortecimento. A degeneração dessa estrutura caracteriza-se pela perda de turgor e elasticidade, diminuindo sua capacidade de absorver choques. Com o aumento do estresse entre vértebras ocorre esclerose do osso subcondral e formação de osteófitos. Nesse caso, a RM deve ser utilizada para avaliação da desidratação discal, redução da altura e fissuras do anulo fibroso.

Esses discos podem ainda sofrer deslocamentos (abaulamentos, protusão e extrusão) e comprimir o saco tecal e estruturas nervosas. Esse quadro pode ser relacionado com ruptura capsular.

A osteoporose é caracterizada basicamente por

uma redução da densidade óssea e radiologicamente se apresenta aumento na radiotransparência do corpo vertebral, aumento da concavidade entre os corpos vertebrais devido a pressão exercida pelos discos intervertebrais e adelgaçamento do córtex. Mesmo essas sendo características da osteoporose, outras causas podem causar essas deformidades como doença de Cushing, hiperparatireoidismo ou terapia prolongada com esteróides.

COLUNA CERVICAL

Estruturalmente, as duas primeiras vértebras se distinguem de todas as outras cinco. A primeira vértebra, C1 ou atlas, tem forma de anel, sem corpo. A segunda vértebra, C2 ou áxis, se distingue principalmente pela presença do processo odontóide, formando uma articulação com o arco anterior da atlas. As vértebras C3-7 possuem anatomia semelhante, consistindo de corpo vertebral e arco, incluindo pedículos direito e esquerdo, lâmina e processo espinhoso. Essas vértebras se conectam pelas articulações zigoapofisárias e junto com os discos intervertebrais pelas articulações intervertebrais.

No estudo radiográfico os corpos vertebrais e os processos espinhos das vértebras C2-7 são visualizados completamente, os espaços dos discos intervertebrais e tecidos moles pré-vertebrais podem ser analisados. A projeção lateral tem valor excepcional, pois demonstra a maioria das condições traumáticas da coluna cervical. Uma aquisição lateral com flexão do pescoço pode ser particularmente importante para demonstrar lesões atlantoaxiais. A visão AP da coluna cervical possibilita a avaliação dos corpos vertebrais, do uncus vertebral, dos espaços dos discos intervertebrais e dos processos espinhosos. A visão transoral é uma variação interessante para expor as duas primeiras vértebras, incluindo corpo da C2, articulações atlantoaxiais, processo odontóide e a massa lateral de C1. Outras projeções ainda podem ser necessárias para avaliação das estruturas da coluna cervical.

A TC tem importante aplicação para determinar a extensão de lesões na coluna cervical, incluindo trauma de partes moles, integridade do canal vertebral e localização dos fragmentos da fratura.

A RM é a técnica mais efetiva para avaliação do trauma cervical pois demonstra toda a extensão da lesão, especialmente os tecidos moles da coluna cervical. O efeito do trauma na medula espinhal pode ser demonstrado, e compressões dessa estrutura diagnosticadas. Técnicas especiais evidenciam edema e pequenas hemorragias medulares, lesões ligamentares e patologias extradurais.

COLUNA TORACOLOMBAR

Projeções anteroposterior e perfil são preferenciais nas aquisições radiográficas da porção torácica da coluna vertebral. A RM e TC são superiores na avaliação das fraturas dessa região, inclusive para definir a extensão da lesão. A RM é superior para diagnosticar lesões concomitantes em tecidos moles, principalmente a medula espinhal e o saco tecal.

A perspectiva AP geralmente é suficiente para avaliar lesões traumáticas envolvendo os corpos vertebrais e os discos intervertebrais. Na vista em perfil é possível analisar os corpos vertebrais em perfil, fraturas do processo espinhoso podem ser avaliadas, bem como anormalidades do disco intervertebral. Vistas oblíquas são efetivas em demonstrar as faces articulares.

A TC produz informações importantes do trauma de coluna toracolombar, é frequentemente usada para avaliar extensão da lesão das fraturas dos corpos vertebrais e anormalidades envolvendo os discos intervertebrais. As imagens da RM são adquiridas principalmente quando se investiga lesões da medula torácica e lombar.



fig7.7. Incidência transoral evidenciando atlas e o processo odontóide do eixo



fig.7.8. Radiografia AP da coluba cervical.

fig.7.9 Radiografia da coluba cervical em perfil.

TRAUMA

O trauma da coluna vertebral pode resultar em fraturas, luxações, lesões penetrantes e hemorragias. Na medula, sempre pesquisar contusão, secção, avulsão de raízes nervosas ou efeito de massa sobre a medula.

A radiografia de perfil da coluna cervical é rotina radiológica para trauma fechados (tórax em AP + pelve em AP + perfil de coluna cervical). Todos pacientes com traumatismos acima da clavícula, principalmente o traumatismo crânioencefálico (TCE), devem ser avaliados por esse exame. O grupo de radiologia deve estar atento em não prejudicar o processo de reanimação. Manobras de incidência não devem ser realizadas em suspeita de lesão medular ou em traumas graves. Posteriormente, se o exame inicial não for elucidativo e se houver suspeita clínica, podem ser realizadas radiografias transoral, AP e oblíquas da coluna cervical. Estudo tomográfico pode ser solicitado para detectar presença de fragmentos ósseos na coluna cervical, a TC é fundamental para avaliação do traumatismo raquimedular (TRM).

Radiografias anteroposteriores da coluna toracolombar devem ser realizadas na suspeita de lesão desses segmentos e obrigatoriamente quando houver lesão da coluna cervical. Os mecanismos de fraturas mais comuns dessa região são as lesões por compressão, por explosão do corpo vertebral, decorrente do uso de cinto de segurança, e as fraturas-luxações.

Na lesão traumática da medula espinhal pode haver contusão com edema intramedular, contusão com hemorragia e transecção medular. Essas lesões são melhores avaliadas pela RM. Quando há sinais e sintomas neurológicos, uma RM de emergência deve ser realizada para excluir uma lesão de medula espinhal, essa imagem mostrará quaisquer sinais de contusão, laceração ou hematoma medular, que podem requerer manejo clínico ou cirúrgico de emergência.

(8) GINECOLOGIA

8.1. Estudo radiográfico de câncer de mama e miomas.

Acad. Cristiane Mezzomo

CANCER DE MAMA

Segundo dados do Instituto Nacional do Câncer (INCA), o câncer de mama é o maior causador de mortes por câncer entre as mulheres no Brasil. No Rio Grande do Sul, é o câncer de maior incidência, com 147 novos casos/100 000/ano, e é o câncer com a maior taxa de mortalidade, segundo o sítio primário.

Em virtude dessa alta incidência e mortalidade, o câncer de mama é um dos problemas de saúde pública mais importante na atualidade. Mamografia (MMG) e ultrassonografia (US) são os métodos de imagem mais comumente empregados no diagnóstico e seguimento de câncer de mama.

Nos últimos anos, a incidência do câncer de mama foi aumentando nos países em desenvolvimento. Acredita-se que isso se deve à realização de exames de rotina, à mamografia, ao aumento da sobrevivência e à diminuição da mortalidade por outras causas. Houve, na verdade, um aumento no diagnóstico do câncer de mama, gerando um aumento na incidência.

O câncer de mama é o resultado da interação de fatores genéticos (genes BRCA1 e BRCA2) com estilo de vida e meio ambiente. Projeto Diretrizes

O rastreio para mama inclui basicamente o auto-exame (AEM), o exame clínico mamário e a mamografia anual. Se necessário for, uma ecografia deverá ser solicitada como complemento.

Os exames de imagem são fundamentais para o rastreamento de câncer de mama, na escolha do tratamento adequado e no seguimento de pacientes com anormalidades mamárias. São eles: Mamografia, Ultrassonografia mamária, Ressonância magnética e Tomografia computadorizada.



fig 8.1. Técnica de aquisição de imagem em mamografia.

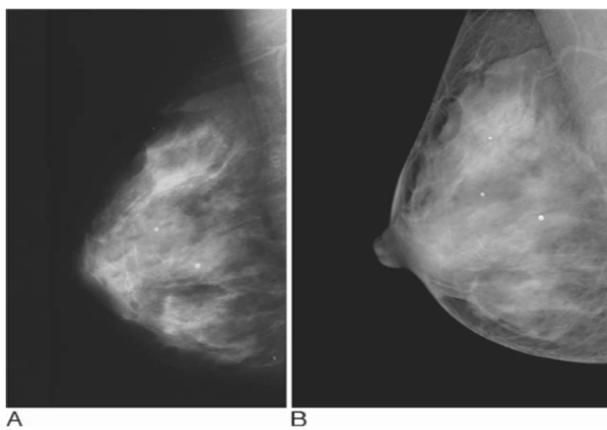


fig. 8.2 Imagem mamográfica com parênquima mamário denso e microcalcificações benignas. (A) mostra a mamografia convencional e (B) mamografia digital.

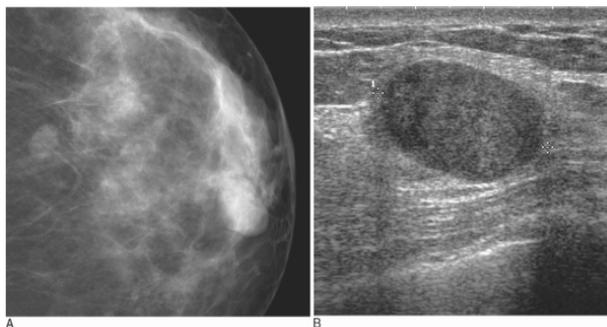


Fig 8.3 Fibroadenoma (A) Duas massas bem definidas na mamografia. (B) O ultra-som da lesão mostrou uma massa oval bem definida. Ambas as lesões foram confirmadas como fibroadenomas em core biópsia guiada por ultra-som.

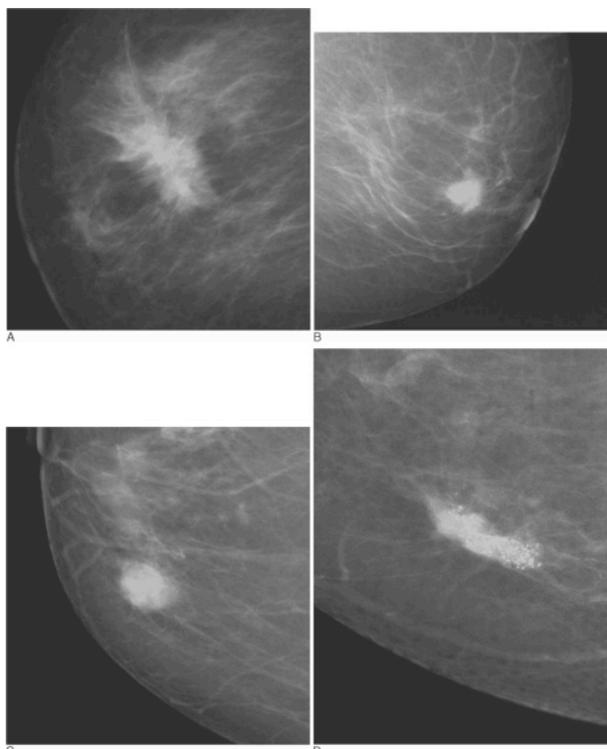


fig 8.4 Imagem mamográfica de carcinoma invasivo. lesões espiculadas e mal-definidas são características típicas de malignidade. A massa espiculada (A) e a massa mal definida (B). (C) Tumores de alto grau que apresentam crescimento rápido pode aparecer mais bem definido. (D) calcificações podem ser encontrados associados com carcinoma invasivo.

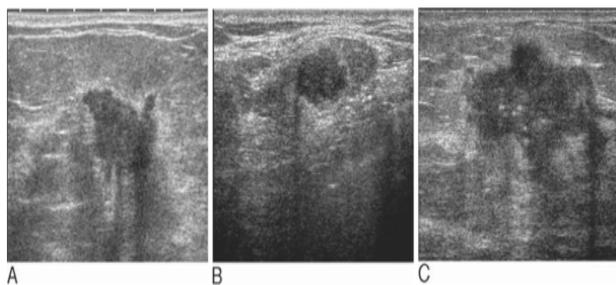


fig 8.5 Ultra-som de carcinoma invasivo. (A) A massa hipocóica irregular com sombra acústica e um halo ecogênico são lesões típicas de um carcinoma. (B) Ocasionalmente, os tumores de alto grau podem aparecer como lesões bem definidas, simulando lesões benignas. Isso mostra a importância de se realizar uma biópsia. (C) pequenos focos de microcalcificações ecogênicas associado a lesões malignas podem ser identificadas.

MAMOGRAFIA:

Rastreio mamográfico provou diminuir a mortalidade por essa doença, porém a neoplasia mamária segue sendo a maior causadora de mortes por câncer entre as mulheres. Paloma Matzenbacher

Possibilita o diagnóstico precoce da doença, influenciando na escolha de um tratamento mais conservador.

Conforme o Projeto Diretrizes do Conselho Federal de Medicina e Associação Médica Brasileira, recomenda-se a triagem mamográfica anualmente a partir dos 40 anos, a cada dois anos entre os 50 e os 69 anos e, de acordo com a expectativa de vida, após os 70 anos. Com os avanços da radiologia e da mastologia, sabe-se que esse protocolo não serve para todas as mulheres. Hoje, dependendo do padrão mamário, genético e da história pessoal e familiar da paciente, devem-se dividir as mulheres de acordo com o seu grau de risco para o desenvolvimento de neoplasia mamária e agregar outros exames aos desse screening básico. Paloma Matzenbacher

Indicações da mamografia: Rotinas

- Rastreio (screening)
- Mama sintomática
- Tumor clinicamente suspeito
- Seguimento após cirurgia conservadora
- Alto risco
- Controle pós-punção
- Orinetação de biópsias
- Planejamento cirúrgico
- Cancerofobia

tab. 8.1 Classificação dos achados mamográficos conforme o escore BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System)

BIRADS	Achado mamográfico	Risco de malignidade	Seguimento
BIRADS 0	Necessária avaliação imaginológica adicional	Nulo	Comparação com exames mamográficos anteriores, incidências mamográficas adicionais e US mamária
BIRADS 1	Mamografia normal	Nulo	Anual
BIRADS 2	Achados benignos	Nulo	Anual
BIRADS 3	Achados provavelmente benignos	2%	Semestral
BIRADS 4 (A,B,C)	Achados suspeitos para malignidade A- Baixa suspeita B- Intermediária suspeita C- Moderada suspeita	5% 25% 70%	Biópsia histológica guiada por US
BIRADS 5	Achados altamente suspeitos para malignidade	95%	Biópsia histológica guiada por US
BIRADS 6	Malignidade, histologicamente, comprovada		

Se o resultado for BIRADS 0 ou 3, uma ecografia com ou sem aspiração com agulha fina pode ser realizada, ou, dependendo do resultado dos outros métodos, pode-se fazer um seguimento de 6 em 6 meses.

A classificação é baseada principalmente pela morfologia da lesão, entretanto o exame clínico da paciente também é incluído na interpretação. Massas com margens irregulares ou espiculadas, formato irregular, heterogênea ou com bordos

realçados, ou lesões com realce linear ou segmentar são as mais referidas para biópsia.

Em nódulos de mama deve-se realizar US para descartar lesão cística ou nódulo sólido.

Em pacientes com mamas densas, irradiadas, operadas e com implantes mamários a mamografia não é o exame de escolha. Nesses casos deve ser feito a ultrasonografia mamária ou ressonância magnética.

Mamografia digital:

Possui algumas vantagens como: velocidade maior de aquisição de imagens e maior o número de exames, capacidade de realizar o processamento das imagens, armazenamento eletrônico. Estudos mostram que ainda a mamografia convencional demonstra maior frequência para detecção do câncer em comparação com a digital.

Miomas uterinos

É a neoplasia benigna mais comum do útero. Possuem quantidade variável de tecido conjuntivo fibroso. Dependendo da sua localização podem ser: intramurais, submucosos, subserosos e pediculados. Acometem mulheres em fase reprodutiva (30-40 anos), nulíparas, obesas, de raça negra e com história familiar de miomatose. Em mulheres fumantes e/ou que usam anticoncepcionais orais verifica-se uma diminuição de incidência de miomas.

A maioria dos leiomiomas são assintomáticos. Quando sintomáticos há sangramento uterino anormal, poliúria, dor, sensação de peso, constipação, tenesmo e desconforto em baixo ventre. Os sintomas tem relação com o tamanho, o número e a localização dos miomas. Os subserosos causam sintomas compressivos e distorção anatômica de órgãos; os intramurais causam sangramento e dismenorréia e os submucosos causam sangramentos irregulares.

Sangramento uterino anormal: prolongado e excessivo, podendo levar a importante anemia.

Diagnóstico: anamnese (sinais/sintomas) + toque vaginal + ultra-sonografia

Ultra-sonografia: importante para firmar o diagnóstico e excluir diagnósticos diferenciais e, também, para determinar a localização e tamanho do mioma.

Aparecem como massas sólidas arredondadas ou ovais, geralmente hipocóica e, quanto maior a fibrose, maior será a ecogenicidade (hipocóica, isoecóica ou hiperecóica). As calcificações aparecem hiperecóicas e com sombras acústicas.

A presença de degeneração cística é caracterizada por áreas anecóides irregulares no interior do mioma.

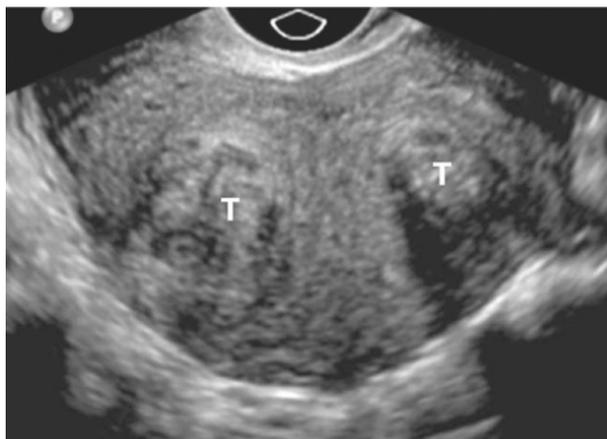


fig 8.6. Ultra-som transvaginal com massas heterogêneas hipocóicas e isoecóicas.

(9) Princípios da formação de imagens

9.1 Radiografias convencionais.

Dra Carlen Luz

Os princípios físicos dos raios-X foram descobertos por Wilhelm Conrad Roentgen em 1895, esta descoberta marcou o início de uma nova era de diagnóstico na Medicina. William Crookes havia desenhado o tubo que Roentgen utilizou para produzir os raios-X. Estes raios foram chamados de x pois não era conhecido este tipo de radiação, que atravessava madeira, papel, e até o corpo humano.



Figura 9.1: Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923) Prêmio Nobel de Física

O que é o raio-X (Rx)?

O raio-X é uma onda eletromagnética, como a luz visível, as ondas de rádio, os raios infravermelhos, e os raios ultra-violetas. As ondas eletromagnéticas tem como características: a sua frequência e o seu comprimento de onda, sendo estas duas características inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a frequência menor o comprimento de onda. A energia de uma onda é diretamente proporcional à sua frequência.

Como o raio-X é uma onda de alta energia, o seu comprimento de onda é muito curto da ordem de 10^{-12} m (um picômetro) e sua frequência é da ordem de 10^{16} Hz. O comprimento de onda do raio-X está próximo do raio- γ , que é radioativo. Com este comprimento de onda muito curto, estes raios tem a capacidade de penetrar na matéria, o que possibilita sua utilização no estudo dos tecidos do corpo humano.

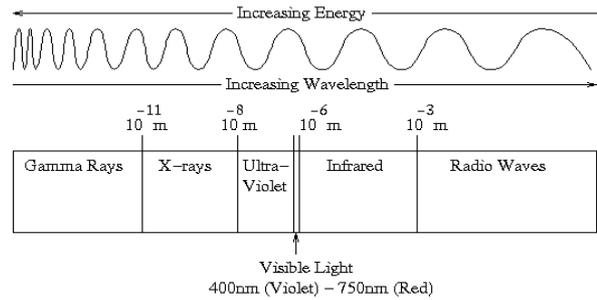


Figura 9.2: espectro energético das ondas eletromagnéticas

Como é feita a produção do raio-X?

Raios-X são produzidos ao se liberar energia no choque de elétrons de alta energia cinética contra uma placa de metal. Para tais efeitos utiliza-se um tubo de raio-X que consiste num tubo de vidro à vácuo com dois eletrodos de tungstênio (diodo), um ânodo (pólo positivo) e um cátodo (pólo negativo). O cátodo consiste num filamento de tungstênio muito fino que esquenta com a passagem de corrente elétrica de alta voltagem. Com isto os elétrons do tungstênio adquirem suficiente energia térmica para abandonar o cátodo (emissão termoiônica). Devido a alta voltagem cria-se também uma diferença de potencial entre os eletrodos o que faz que os elétrons emitidos pelo filamento de tungstênio sejam acelerados em direção ao ânodo (pólo positivo). A energia cinética dos elétrons depende da voltagem entre os eletrodos: quanto mais alta a voltagem maior a energia cinética. O ânodo está revestido por tungstênio e funciona como alvo para os elétrons.

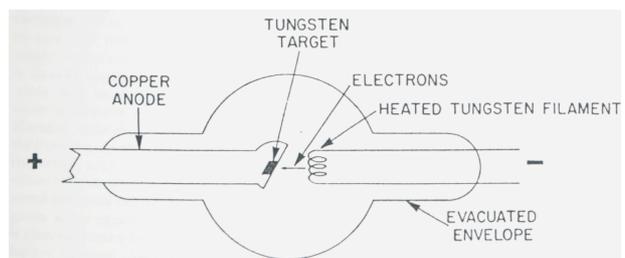


Figura 9.3: tubo de raios-X

No choque dos elétrons com o alvo de tungstênio a maioria da energia cinética destes é transformada infelizmente em calor, mas uma pequena parte produz raios-X através de três fenômenos: radiação característica, desaceleração (“Bremsstrahlung”) e choque nuclear.

A radiação característica ocorre quando o elétron em movimento choca-se com um elétron da camada interna do átomo do alvo de tungstênio e o desloca (caso a energia que ele adquiriu ao deslocar-se do cátodo para o ânodo seja maior que a energia de ligação da camada eletrônica), com isso a camada de energia que este elétron do átomo ocupava fica vaga. Este átomo agora ionizado

precisa se estabilizar. Para isto um elétron de uma camada mais externa migra para a vaga na camada de energia interna, liberando neste processo uma determinada e bem precisa quantidade de energia (fóton) na forma de raios-X. Esta energia corresponde a diferença entre as energias de ligação das duas camadas (a externa, que o elétron ocupava, e a mais interna que ele passou a ocupar). O fenômeno é chamado de radiação característica, já que essa energia das camadas é particular de cada elemento (poderíamos descobrir qual é o elemento do alvo a partir da análise das energias dos fótons de Rx produzidos pela radiação característica). No entanto a chance deste fenômeno (radiação característica) ocorrer não é muito grande.

Na **desaceleração**, ou efeito de “**Bremsstrahlung**”, o elétron em movimento tem sua trajetória desviada pela positividade do núcleo. Este desvio de trajetória é acompanhado por uma desaceleração o que faz que parte da energia cinética do elétron seja emitida como fóton de raio-X, que será de maior energia (maior frequência) quanto maior for o ângulo de desvio da trajetória e quanto mais próximo estiver este elétron do núcleo. A desaceleração tem pouca chance de ocorrer em regiões próximas ao núcleo, devido à densidade nuclear (na verdade, o átomo é bem diáfano, e se compararmos o tamanho do núcleo a uma laranja, o limite do átomo de um determinado elemento estaria, por exemplo, a 3 Km de distância). Assim, a maioria dos elétrons sofrem interações distantes do núcleo e produzem fótons de baixa energia, agora não mais numa faixa de energia característica, mas sim numa variação constante, dependendo do co-seno do ângulo do desvio. A probabilidade desse fenômeno ocorrer também é pequena, porém tende a ser a maior fonte dos fótons de raios-X em relação aos dois outros fenômenos.

No **choque nuclear**, o elétron choca-se com o núcleo e produz um fóton de alta energia. Nesse caso, 100% da energia que ele adquiriu acelerando do cátodo para o ânodo é transformada em um fóton de raio-x. Por exemplo, se a diferença de potencial entre o cátodo e o ânodo é de 100.000 Volts (e na verdade é dessa ordem), o elétron que se chocar diretamente com o núcleo vai produzir um fóton de raio-x com energia de 100.000 eV (eletron-Volt). Aqui também, e principalmente neste caso, a probabilidade deste fenômeno ocorrer é baixa.

Dessa forma, temos que apenas uma parte da energia dos elétrons é convertida em raios-X pelos três fenômenos acima, sendo a maioria transformada em calor.

O que é o tubo de raio-X?

Os tubos de raio-X são formados por um tubo de vidro revestido por uma camada de óleo e

chumbo, no seu interior há um filamento de tungstênio, um alvo de tungstênio e vácuo.

O tungstênio é o material escolhido para este fim pois tem um número atômico e um ponto de fusão altos e não derrete com o calor (ponto de fusão acima de 3.000° C). É importante utilizar um material com estas características pois parte da energia produzida dentro do tubo de raio-X é na forma de calor. O alvo de tungstênio no qual os elétrons irão chocar-se está em movimento (na verdade, é um disco em rotação) para que a área que está recebendo o choque com o feixe de elétrons seja constantemente mudada o que distribui o efeito do bombardeio em torno da margem do alvo, possibilitando um certo resfriamento.

O tubo de vidro é revestido por chumbo, que por ser um material muito denso, tem grande absorção dos raios-X, e entre o vidro e o chumbo há uma camada de óleo para resfriá-lo. No tubo de raio-X há uma só abertura não revestida de chumbo e na qual são emitidos os raios-X na forma de um feixe piramidal (em forma de cone) que consegue “escapar” do tubo. Como descrito, os fótons são produzidos em todas as direções, porém só existe um lugar para que “escapem” do tubo, e essa abertura é utilizada para direcionar o feixe.

A corrente do filamento de tungstênio utilizada no tubo de raio-X é medida em miliampéres (mA), e a diferença de potencial entre o pólo positivo e negativo é dada em kilovoltagem (geralmente de 35 a 150 kV). As características de kV e mA é que darão o brilho e o contraste da imagem obtida.

Finalmente, o vácuo no tubo de raio-X é importante para evitar o choque dos elétrons com moléculas de gás, o que teria como efeito a desaceleração dos elétrons antes destes chegarem ao alvo (ânodo de tungstênio).

Como é a interação do raio-X com a matéria?

Na obtenção da imagem por raio-X dois tipos de interação entre o raio-X e a matéria são importantes: o **efeito fotoelétrico** e o **efeito Compton**. Aqui, diferente da produção de raio-X vista acima, é o fóton que vai interagir com o átomo do organismo que se quer estudar (ou melhor produzir uma imagem).

O **efeito fotoelétrico** ocorre quando um fóton de raio-X choca-se com um elétron de um átomo e desloca-o de sua camada orbitária no átomo. Com a perda do elétron, o átomo fica ionizado. Nesta situação toda a energia do fóton de raio-X é utilizada para deslocar o elétron. Este efeito é muito acentuado nos materiais muito densos como, por exemplo, no chumbo e depende do número atômico do elemento (na verdade, é proporcional ao cubo desse número).

O **efeito Compton**: neste caso o fóton aproxima-se do átomo, choca-se com um elétron orbitário pode ou não arrancá-lo da camada

orbitária, dependendo da energia envolvida, mas o que é fundamental: não cede toda a sua energia e neste caso o fóton do raio-x é desviado de sua trajetória. Nesta nova trajetória ele pode interagir com outros átomos e sofrer de novo desvio de sua trajetória. No final, a trajetória deste fóton não é retilínea. Como a obtenção das imagens de raio-X depende da diferença de densidade entre as diversas estruturas, e do arranjo linear entre a fonte e o local de detecção (como a sombra de uma lâmpada), uma trajetória não retilínea resulta em um prejuízo na interpretação das diferenças de densidade e borrimento do contorno (imaginem que mais que uma lâmpada ilumine um objeto, de forma a produzir mais que um limite da sua sombra).

Como é obtida a imagem de raio-X?

A imagem de radiografia convencional depende dos fótons resultantes da interação com o objeto que dependem por sua vez da espessura do objeto e da capacidade deste de absorver raios-X.

A detecção dos raios-X é feita através de um filme semelhante ao filme fotográfico. Este filme é composto de sais de prata (AgBr, AgI). Quando sensibilizado por um fóton de raio-X ou pela luz visível, o cátion de prata (íon positivo) acaba sendo neutralizado e vira metal (Ag^0), e escurece. Por outro lado, o sal de prata que não foi sensibilizado pelo raio-X ou pela luz fica transparente.

Os filmes normalmente são compostos de camadas de plástico (poliéster) protegidas da luz. O uso de camadas de prata recobrimo as duas superfícies do plástico aumenta a sensibilidade do filme aos raios-x.

Resumindo a obtenção de imagens radiográficas: o feixe de raios-X piramidal vai atravessar o objeto que no nosso caso é o paciente. De acordo com as densidades das diversas estruturas que foram atravessadas pelo raio-X, haverá maior ou menor absorção destes raios. A resultante após a interação dos raios-X com o paciente é que irá sensibilizar o filme radiográfico, que dará a imagem final. É importante saber que as diferenças de densidade determinam as características radiológicas dos diferentes materiais e estruturas. Assim materiais densos como os metais absorvem muito os raios-X, pois tem um número atômico muito alto. Por outro lado, o ar, com densidade atômica e número atômico baixos não absorve os raios-x. Assim, temos em ordem crescente 5 densidades radiológicas básicas: ar, gordura, água, cálcio e metal.

Quais os efeitos biológicos do raio-X?

No início da descoberta dos raios-X não eram conhecidos os seus efeitos biológicos e não eram tomados os cuidados de proteção radiológica. Muitos foram os casos de dermatite actínica e

mesmo outras doenças como leucemia e aplasia de medula.

O efeito biológico dos raios-X sobre as células vivas inclui um efeito letal sobre elas (entre várias formas de lesões menores, como mutação). Este efeito é que é utilizado na radioterapia para o controle de tumores e está relacionado especialmente a altas doses de radiação.

Há ainda efeitos comprovados de teratogênese devido a mutações, efeitos sobre os órgãos genitais, olhos, tireóide e medula óssea. O efeito da radiação é cumulativo e pequenas doses são acumuladas ao longo da vida, por isso, limites de exposição devem ser respeitados e a superexposição deve ser evitada.

9.2 Tomografia computadorizada

Dra Carlen Luz

Fonte: Instituto de Radiologia USP

Godfrey Hounsfield desenvolveu esta técnica de obtenção de imagens em 1972. Na verdade os princípios físicos da tomografia computadorizada são os mesmos da radiografia convencional. Para a obtenção de imagens são utilizados os raios-x. Enquanto na radiografia convencional o feixe de raio-x é piramidal e a imagem obtida é uma imagem de projeção, na tomografia computadorizada o feixe é emitido por uma pequena fenda e tem a forma de leque.

Na tomografia computadorizada o tubo de raio-x gira 360° em torno da região do corpo a ser estudada e a imagem obtida é tomográfica ou seja “fatias” da região do corpo estudada são obtidas. Em oposição ao feixe de raios-x emitidos temos um detector de fótons que gira concomitantemente ao feixe de raios-x. Como na radiografia convencional as características das imagens vão depender dos fótons absorvidos pelo objeto em estudo.

Dessa forma, os fótons emitidos dependem da espessura do objeto e da capacidade deste de absorver os raios-x. Os detectores de fótons da tomografia computadorizada transformam os fótons emitidos em sinal analógico (quanto mais Rx chega, maior é a diferença de potencial, ou voltagem que cada detector fornece ao computador) e depois digital (o computador converte os valores de voltagem, contínuos, em unidades digitais, vistas abaixo).

Como dito anteriormente, para a formação da imagem de tomografia computadorizada a emissão do feixe de raio-x é feita em diversas posições, posteriormente as informações obtidas são processadas utilizando uma técnica matemática chamada de projeção retrógrada, ou outras, como a transformada de Fourier.

Um tomógrafo é formado por um tubo no interior do qual há um anel no qual estão localizados em posições opostas o emissor do feixe de raio-x e os detectores, sendo que este conjunto gira 360 graus para a obtenção da imagem.

Atualmente há vários tipos de tomógrafo: convencional ou simplesmente tomografia computadorizada, tomografia computadorizada helicoidal, tomografia computadorizada “multi-slice” e tomógrafos mais sofisticados, como “ultra-fast” e “cone-beam”. Na tomografia helicoidal além do tubo de raio-x e os detectores girarem, a mesa também é deslocada e a trajetória do feixe de Rx ao redor do corpo é uma hélice (ou espiral, senso lato).

Características das Imagens Tomográficas

Entre as características das imagens tomográficas destacam-se os pixels, a matriz, o

campo de visão (ou fov, “field of view”), a escala de cinza e as janelas.

O pixel é o menor ponto da imagem que pode ser obtido. Assim uma imagem é formada por inúmeros pixels. O conjunto de pixels está distribuído em colunas e linhas que formam a matriz. Quanto maior o número de pixels numa matriz melhor é a sua resolução espacial, o que permite um melhor diferenciação espacial entre as estruturas.

O campo de visão (FOV) representa o tamanho máximo do objeto em estudo que ocupa a matriz, por exemplo, uma matriz pode ter 512 pixels em colunas e 512 pixels em linhas, e se o campo de visão for de 12 cm, cada pixel vai representar cerca de 0,023 cm (12 cm/512). Assim para o estudo de estruturas delicadas como o ouvido interno o campo de visão é pequeno, como visto acima enquanto para o estudo do abdômen o campo de visão é maior, 50 cm (se tiver uma matriz de 512 x 512, então o tamanho da região que cada pixel representa vai ser cerca de 4 vezes maior, ou próximo de 1 mm).

Em relação às imagens, existe uma convenção para traduzir os valores de voltagem detectados em unidades digitais. Dessa forma, temos valores que variam de -1000, onde nenhuma voltagem é detectada: o objeto não absorveu praticamente nenhum dos fótons de Rx, e se comporta como o ar; ou um valor muito alto, algo como +1000 ou mais, caso poucos fótons cheguem ao detector: o objeto absorveu quase todos os fótons de Rx. Essa escala onde -1000 é mais escuro, 0 é um cinza médio e +1000 (ou mais) é bem claro. Dessa forma quanto mais Rx o objeto absorver, mais claro ele é na imagem. Outra vantagem é que esses valores são ajustados de acordo com os tecidos biológicos.

A escala de cinza é formada por um grande espectro de representações de tonalidades entre branco, cinza e o preto. A escala de cinzas é que é responsável pelo brilho de imagem. Uma escala de cinzas foi criada especialmente para a tomografia computadorizada e sua unidade foi chamada de unidade Hounsfield (HU), em homenagem ao cientista que desenvolveu a tomografia computadorizada. Nesta escala temos o seguinte:

- zero unidades Housfield (0 HU) é a água,
- ar -1000 (HU),
- osso de 300 a 350 HU;
- gordura de -120 a -80 HU;
- músculo de 50 a 55 HU.

Janelas são recursos computacionais que permitem que após a obtenção das imagens a escala de cinzas possa ser estreitada facilitando a diferenciação entre certas estruturas conforme a necessidade. Isto porque o olho humano tem a capacidade de diferenciar uma escala de cinzas de 10 a 60 tons (a maioria das pessoas distingue 20

diferentes tons), enquanto na tomografia no mínimo, como visto acima há 2000 tons. Entretanto, podem ser obtidos até 65536 tons – o que seria inútil se tivéssemos que apresentá-los ao mesmo tempo na imagem, já que não poderíamos distingui-los. A janela é na verdade uma forma de mostrar apenas uma faixa de tons de cinza que nos interessa, de forma a adaptar a nossa capacidade de visão aos dados obtidos pelo tomógrafo.

Numa janela define-se a abertura da mesma ou seja qual será o número máximo de tons de cinza entre o valor numérico em HU do branco e qual será o do preto. O nível é definido como o valor (em HU) da média da janela.

O uso de diferentes janelas em tomografia permite por exemplo o estudo dos ossos com distinção entre a cortical e a medular óssea ou o estudo de partes moles com a distinção, por exemplo, no cérebro entre a substância branca e a cinzenta. A mesma imagem pode ser mostrada com diferentes ajustes da janela, de modo a mostrar diferentes estruturas de cada vez. Não é possível usar um só ajuste da janela para ver, por exemplo, detalhes ósseos e de tecido adiposo ao mesmo tempo.

As imagens tomográficas podem ser obtidas em 2 planos básicos: o plano axial (perpendicular ao maior eixo do corpo) e o plano coronal (paralelo a sutura coronal do crânio ou seja é uma visão frontal). Após obtidas as imagens, recursos computacionais podem permitir reconstruções no plano sagital (paralelo a sutura sagital do crânio) ou reconstruções tri-dimensionais.

Como na radiografia convencional o que está sendo analisado são diferenças de densidade, que podem ser medidas em unidades Hounsfield.

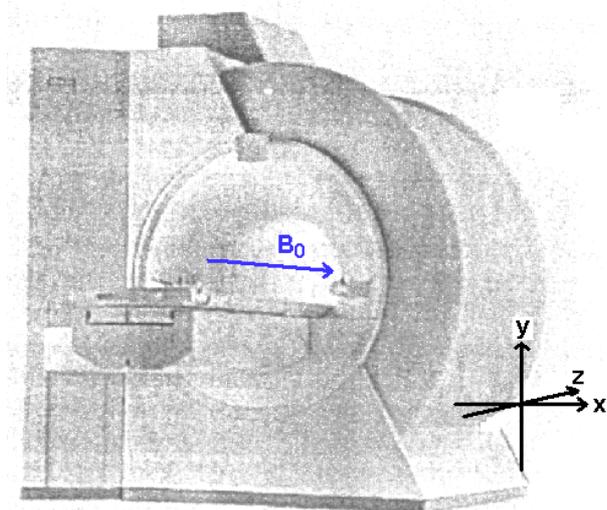
Para descrever diferenças de densidades entre dois tecidos é utilizada uma nomenclatura semelhante à utilizada na ultrassonografia: isoatenuante, hipoatenuante ou hiperatenuante. Isoatenuante é utilizada para atenuações tomográficas semelhantes. Hipoatenuantes para atenuações menores do que o tecido considerado padrão e hiperatenuante para atenuações maiores que o tecido padrão (geralmente o órgão que contém a lesão é considerado o tecido padrão, ou quando isto não se aplica, o centro da janela é considerado isoatenuante).

9.3 Ressonância magnética

Dra Carlen Luz

Na técnica de Ressonância Magnética (RM) aplicada à medicina trabalha-se principalmente com as propriedades magnéticas do núcleo de hidrogênio (^1H), que é o menor núcleo que existe e consta de um próton. O próton tem carga positiva, e devido ao movimento giratório deste em torno do seu próprio eixo, gera-se um pequeno campo magnético, isto é, para cada próton temos também o que chamamos de um spin magnético. Como descrito acima, a imagem de ressonância magnética baseia-se no sinal proporcionado pelo núcleo de hidrogênio ^1H , por duas razões: o sinal magnético do núcleo do ^1H é bem superior ao de outros núcleos magnéticos, e, o hidrogênio é o átomo mais abundante no corpo humano, principalmente devido à concentração da água. No corpo humano temos milhões e milhões de prótons. Quando os prótons não se encontram sob a influência de nenhum campo magnético exterior, o spin magnético de cada um deles esta apontando para uma direção diferente, de maneira que a soma vetorial de todos eles é igual a zero. Fala-se que a magnetização total M_{tot} é igual a zero ($M_{\text{tot}}=0$).

Para podermos obter um sinal de RM precisamos colocar o paciente a ser examinado dentro de um campo magnético alto, o qual pode variar de 0.2 a 3.0 T (1 T = 10^4 Gauss) dependendo do aparelho. Este campo magnético, chamado de campo magnético externo B_0 , é gerado pela corrente elétrica circulando por um supercondutor que precisa ser continuamente refrigerado ate uma temperatura de 4K (Kelvin), por meio de hélio líquido, a fim de manter as características supercondutoras do magneto. O campo magnético é maior e mais homogêneo no centro do magneto, onde o paciente será posicionado, mas não devemos esquecer que também existe um campo magnético em volta do magneto, o suficientemente forte para causar estragos se algum objeto metálico ficar por perto.



Após o paciente ser posicionado no centro do magneto, os spins começam a “sentir” o efeito do campo magnético externo B_0 e orientam-se em paralelo ou anti-paralelo ao B_0 . Só existem estas duas possibilidades e cada uma destas orientações corresponde a um nível energético diferente. Para os spins poderem ficar em anti-paralelo ao B_0 eles precisam de um pouco mais de energia. Por isso, no estado de equilíbrio, temos um pequeno excesso de spins em paralelo ao B_0 . O resultado é que a soma vetorial de todos os spins já não é zero: temos uma magnetização total (M_{tot}) em paralelo ao B_0 . O B_0 tem um efeito a mais sobre os spins. Eles começam a fazer um movimento de precessão em torno do B_0 , com uma frequência determinada, a frequência de Larmor ω_L , a qual é proporcional ao B_0 e à constante giromagnética γ de cada núcleo ($\omega_L = \gamma B_0$), isto é, cada núcleo tem uma ω_L característica. A ω_L do hidrogênio num B_0 de 1.5 T é de aprox. 63 MHz, isto é, o spin dá 63 milhões de voltas em torno do B_0 por segundo.

Embora tenhamos já uma magnetização diferente de zero, esta ainda não pode ser medida, para isso precisamos deslocar a magnetização para um eixo perpendicular ao B_0 , o qual chamamos de eixo transversal. Para passar a magnetização do eixo longitudinal ao transversal precisamos de emitir uma onda eletromagnética da mesma frequência que ω_L , o que chamamos de onda de radiofrequência (rf) com campo magnético de B_1 (que corresponde à amplitude da onda) e perpendicular ao B_0 . Como a frequência do B_1 corresponde a ω_L temos o que se descreve classicamente como efeito de ressonância, no qual o B_0 é cancelado e a magnetização passa a “sentir” só o efeito do B_1 , e com isso, passa a fazer um movimento de precessão em torno de B_1 , no eixo transversal, sem deixar de girar em torno de B_0 com a frequência de Larmor.

Uma vez a magnetização estando sobre o eixo transversal a onda de rf é desligada e podemos começar medir a magnetização com o receptor no eixo transversal. O que nosso receptor registra é uma voltagem induzida pelo movimento de precessão da magnetização transversal em torno ao B_0 , que oscila com ω_L e cuja amplitude vai diminuindo exponencialmente. Este sinal é o que se chama de “Free Induction Decay” (FID) ou Decaimento de Indução Livre (DIL). A amplitude do FID diminui com o tempo por causa do processo de relaxamento, que é o mecanismo pelo qual a magnetização vai voltar lentamente ao estado inicial de equilíbrio. Na realidade, a rapidez com que o conjunto de spins volta ao estado de equilíbrio depende do tipo de tecido ao que eles pertencem. Lembremos que no estado de equilíbrio o vetor de magnetização total está apontando na direção z do campo magnético externo B_0 ($M_z = M_{\text{tot}}$) e não há nenhum componente de magnetização transversal ($M_{xy} = 0$). No processo de

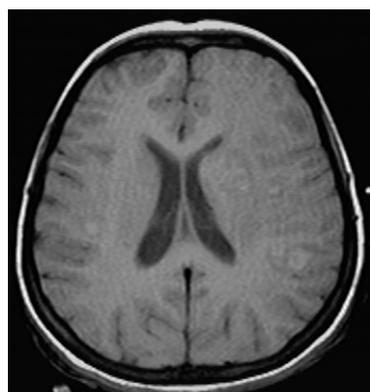
relaxamento distinguimos dois tipos de relaxamento: relaxamento longitudinal ($M_z \rightarrow M_{tot}$) e relaxamento transversal ($M_{xy} \rightarrow 0$), os quais são descritos pelas constantes de tempo T1 e T2, respectivamente. Quanto mais longo o T1 e o T2 mais tempo demora o processo de relaxamento. T2 é sempre menor (ou igual) a T1, isto é, a magnetização transversal decresce mais rapidamente do que a magnetização longitudinal demora para voltar ao valor inicial. O valor de T1 e T2 depende da intensidade das interações entre os spins magnéticos e da frequência com que estas interações estão sendo moduladas. Pode se falar que T1 e T2 dependem das propriedades moleculares de cada tecido, e assim podemos diferenciar a gordura, a substância branca, a substância cinzenta, o edema ou o liquor através de seus diferentes tempos de relaxamento, já que T1 e T2 aumentam nesta ordem.

Na hora de registrar o “FID” nós podemos escolher certos parâmetros que vão determinar se o contraste da imagem final vai ser ponderado em T1, T2 ou densidade de prótons (DP). Na imagem T1 tecidos com T1 longo aparecem com hipossinal e tecidos com T1 curto com hipersinal. Na imagem pesada em T2 tecidos com T2 curto aparecem com hipossinal e tecidos com T2 longo aparecem com hipersinal. Na imagem ponderada em DP, o contraste T1 e T2 é minimizado de tal maneira que o contraste final da imagem representa a densidade de prótons no tecido. Por isso, em lugares onde temos acumulação de água (por exemplo, em edemas) podemos observar hipersinal na imagem pesada em DP. Na RM trabalhamos também com contrastes externos intravenosos. Trata-se de contrastes paramagnéticos, em geral derivados de gadolínio, cuja função é diminuir os tempos de relaxação dos tecidos com os quais entram em contato. Os elétrons do gadolínio podem interagir intensamente com os spins magnéticos dos nossos prótons, fazendo com que estes relaxem rapidamente, ou seja, diminuimos o T1 e T2 dos nossos tecidos. Por isso, se obtemos imagens pesadas em T1 após injeção do contraste, podemos observar hipersinal nas regiões onde chega o contraste paramagnético, por exemplo no cérebro, nas regiões onde temos quebra de barreira hematoencefálica.

A seguir podemos observar exemplos de imagens pesadas em T2, T1, DP e imagens T1 após a injeção de contraste paramagnético.



T2



T1



DP

Além destas imagens morfológicas através da técnica de Ressonância Magnética (RM) também podem se obter imagens pesadas em fluxo (angiografias), difusão, perfusão ou imagens funcionais (através das quais pode se estudar a ativação cerebral). Outra aplicação da RM é a espectroscopia que representa um análise bioquímica do tecido “in vivo”.

9.4 Ultra-sonografia

Dra Carlen Luz

A história do ultra-som remonta a 1794, quando Lazzaro Spallanzini demonstrou que os morcegos se orientavam mais pela audição que pela visão para localizar obstáculos e presas. Em 1880 Jacques e Pierre Curie deram uma contribuição valiosa para o estudo do ultra-som, descrevendo as características físicas de alguns cristais.

O estudo do ultra-som foi impulsionado com objetivos militares e industriais. A pesquisa sobre aplicações médicas se deu após a segunda guerra mundial. Um dos pioneiros foi Douglas Howry que, junto com W. Roderic Bliss, construiu o primeiro sistema com objetivo médico durante os anos de 1948–49, produzindo a primeira imagem seccional em 1950.

No início as imagens eram em preto e branco sem gradações. Um novo entusiasmo surgiu com a introdução da escala de cinza na imagem, em 1971 por Kossof, na Austrália, onde diversos níveis de intensidade de ecos são representados por diferentes tons de cinza na tela.

Desde 1980-90 a US foi impulsionada pelo desenvolvimento tecnológico que transformou este método num importante instrumento de investigação diagnóstica.

A ultra-sonografia (US) é um dos métodos de diagnóstico por imagem mais versáteis, de aplicação relativamente simples, com excelente relação custo-benefício.

As principais peculiaridades do método ultra-sonográfico são:

1. é um método não-invasivo ou minimamente invasivo;
2. as imagens seccionais podem ser obtidas em qualquer orientação espacial;
3. não apresenta efeitos nocivos significativos dentro do uso diagnóstico na medicina;
4. não utiliza radiação ionizante;
5. possibilita o estudo não-invasivo da hemodinâmica corporal através do efeito Doppler;
6. a aquisição de imagens é realizada praticamente em tempo real, permitindo o estudo do movimento de estruturas corporais.

Este método baseia-se no fenômeno de interação de som e tecidos, ou seja, a partir da transmissão de onda sonora pelo meio, observamos as propriedades mecânicas dos tecidos.

SOM

O som é a propagação de energia através da matéria por ondas mecânicas (vibração mecânica-fontes vibratórias produzem ondas sonoras). Exemplificando de forma simplificada, um diapasão que, através das vibrações de suas hastes,

produz movimentos harmônicos das moléculas do ar. Por definição a onda sonora necessita de um meio para se propagar, ao contrário da energia eletromagnética.

O som possui propriedades ondulatórias, à semelhança das ondas eletromagnéticas como a luz, apresentando diversos efeitos de interação com o meio, tais como reflexão, refração, atenuação, difração, interferência e espalhamento.

As características do fenômeno sonoro são relacionadas à sua fonte e ao meio de propagação. Variáveis como pressão, densidade do meio, temperatura e mobilidade das partículas definem o comportamento da onda sonora ao longo da sua propagação. Assim, provoca vibrações no meio material, produzindo deflexões em relação à direção de propagação do som, com áreas de compressão e rarefação. Estas deflexões podem ser no eixo transversal ou longitudinal. Como na água e nos gases a transmissão aplicada ao meio ocorre apenas por compressões e rarefações ao longo do eixo longitudinal, os métodos ultra-sonográficos em medicina utilizam apenas as ondas longitudinais.

Qualquer som é resultado da propagação dessas vibrações mecânicas através de um meio material, carregando energia e não matéria. Ou seja, não há fluxo de partículas no meio, mas oscilações das mesmas em torno de um ponto de repouso.

Formação da imagem

Os equipamentos de ultra-sonografia diagnóstica possuem uma unidade básica denominada transdutor (ou sonda). Este elemento básico converte uma forma de energia em outra. Os transdutores são montados de maneira a produzir e receber os ecos gerados pelas diversas interfaces. Eles são compostos por materiais piezoelétricos (cristais/ cerâmicas), por aparato eletrônico (eletrodos para a excitação dos cristais e captação dos ecos), por uma lente acústica, por material que acopla a lente aos cristais, e por um material de amortecimento posterior (que absorve as frequências indesejáveis produzidas eventualmente). Os elementos piezoelétricos (cristais ou cerâmicas) que compõem os transdutores têm a capacidade emitirem eletricidade quando pressionados, e ao mesmo transformam energia elétrica em mecânica (onda sonora), que é chamado efeito piezoelétrico inverso. São, portanto transmissores e receptores simultaneamente.

Existem diversos tipos de transdutores, sendo cada um adequado para um tipo de exame. Por exemplo, o transdutor convexo, mais adequado para o exame de abdômen e pelve, e o linear, mais adequado para o exame da tireóide e mamas.

O princípio pulso-eco refere-se a emissão de um pulso curto de ultr-assom pelo transdutor. Na medida em que este pulso atravessa os tecidos, ele é parcialmente refletido pelas interfaces de volta ao

transdutor. Em geral 1% da energia sonora incidente é refletida e o restante continua sua trajetória através dos tecidos. O equipamento guarda o tempo gasto entre a emissão do pulso e a recepção do eco, transformando-o em distância percorrida, na representação do eco na tela, já estando calibrado para uma velocidade fixa de 1540m/s. Assim, quanto maior o tempo gasto para receber o eco de uma interface, mais longe da superfície da imagem ele a coloca. Desta forma, quanto mais longe está a estrutura da superfície do transdutor, ela aparecerá em situação mais inferior na tela.

Após a emissão de pulsos de ultra-som, eles interagem com os tecidos e os ecos refletidos ou dispersos são transformados em energia elétrica pelo transdutor e processados eletronicamente pelo equipamento para formação da imagem. Esta forma de processar os ecos refletidos (em imagem bidimensional) é denominada modo-B (brilho). Além desta forma de processamento dos ecos, existem outras como os gráficos de amplitude (modo-A, muito utilizado em oftalmologia) e gráficos de movimentação temporal (modo-M, bastante empregado em ecocardiografia).

Existem diversos efeitos físicos implicados na interação do som-tecido para formação da imagem. É importante o conhecimento destas características para melhor entendimento da formação da imagem ultra-sonográfica. Iniciaremos pelas principais características físicas das ondas sonoras, que são:

1. comprimento de onda
2. frequência
3. período (T)
4. amplitude (A)
5. velocidade.

1. Comprimento de onda: distância entre fenômenos de compressão e rarefação sucessivos; medido em metros. O comprimento de onda depende da velocidade do som no meio e da frequência utilizada. Este conceito está diretamente relacionado à resolução espacial da imagem. A resolução espacial, no campo diagnóstico representa a capacidade de identificar duas interfaces (interface é o limite entre duas estruturas) muito próximas uma da outra (o menor espaço entre dois pontos distinguíveis (reconhecíveis) numa imagem como dois pontos separados). Na ultra-sonografia, existem vários tipos de resolução que podem ser definidos num aparelho, destacando-se duas principais: *-resolução espacial axial* (capacidade de discriminar dois pontos próximos ao longo do eixo de propagação do feixe ultra-sônico). *-resolução espacial lateral* (capacidade de discriminar dois pontos próximos no eixo perpendicular ao da propagação do feixe ultra-sônico).

2. Frequência (f): número de ciclos completos de oscilação (ciclos) produzidos num segundo; medido em Hertz (Hz). De acordo com a frequência, o som é dividido em três categorias: infra-som ($f < 20$ Hz), som audível (f entre 20 e 20.000Hz) e ultra-som ($f > 20.000$ Hz). A frequência do transdutor implica diretamente na resolução espacial e é uma característica inerente ao cristal que o compõe. Quanto maior a frequência do transdutor, menor o comprimento da onda sonora e melhor a resolução espacial. Na prática, os transdutores de menor frequência (de 3,5MHz) são utilizados para o exame de tecidos profundos, com por exemplo, o exame de abdômen (fígado, vesícula, baço, rins...), pélvico (bexiga, útero, ovários, próstata, obstétrico...). Os transdutores de frequência elevada (maiores que 7,5MHz) são utilizados para exame de tecidos superficiais, como a mama, tireóide, pele, testículo, etc.

3. Período (T): tempo característico em que o mesmo fenômeno se repete (inverso da frequência).

4. Amplitude (A): magnitude ou intensidade da onda sonora proporcional à deflexão máxima das partículas do meio de transmissão. Esta característica determina a intensidade da onda sonora, ou seja a energia que atravessa o tecido, referindo-se, no campo diagnóstico aos efeitos biológicos.

5. Velocidade: é a constante de cada material. Depende das propriedades elásticas da densidade. Por exemplo, a velocidade de propagação do som no ar é em média de 340m/s, no líquido de 1200m/s e nos sólidos de 5000m/s. O cálculo da velocidade de transmissão do som através dos constituintes do corpo humano tem a média calculada em 1540m/s, uma vez que suas velocidades são muito semelhantes, exceto a do ar (pulmão, intestino...) e dos ossos. Desta forma os equipamentos ultra-sonográficos são calibrados para este padrão de velocidade constante (1540m/s).

Outros conceitos inerentes ao fenômeno de interação som-tecido devem ser considerados como a impedância acústica e a atenuação.

A *impedância acústica* de um meio está relacionada com a resistência ou dificuldade do meio a passagem do som. Corresponde ao produto da densidade do material pela velocidade do som no mesmo. Quando o feixe sonoro atravessa uma interface entre dois meios com a mesma impedância acústica, não há reflexão e a onda é toda transmitida ao segundo meio. É a diferença de impedância acústica entre dois tecidos que define a quantidade de reflexão na interface, promovendo sua identificação na imagem. Por exemplo, um nódulo no fígado será mais facilmente identificado se sua impedância acústica for bastante diferente do parênquima hepático ao redor, ao contrário, quanto mais próxima sua impedância acústica do

parênquima hepático normal, mais dificuldade teremos em identificá-lo, porque pouca reflexão sonora ocorrerá. Resumindo, quanto maior a diferença de impedância entre duas estruturas, maior será a intensidade de reflexão.

A *atenuação* é a diminuição da intensidade do feixe sonoro ao atravessar o tecido, como resultado da absorção da energia sonora, da reflexão, e da divergência do feixe, distribuindo a energia sonora em uma área maior. Ela é diretamente proporcional à frequência do transdutor, ou seja, quanto maior a frequência do transdutor maior será a atenuação do feixe sonoro. Desta forma, com um transdutor de 10Mhz, é impossível a visualização de qualquer estrutura situada a uma profundidade maior que 2cm. Para compensar a atenuação os equipamentos possuem recursos de ampliação, denominados controles de ganho. (A sombra acústica posterior e o reforço acústico posterior são artefatos que ocorrem em decorrência da atenuação do feixe sonora, por diferentes causas - ver em artefatos).

A absorção pelos tecidos é feita principalmente através da transformação de energia sonora em calor, porém com as intensidades utilizadas para diagnóstico, o aumento de temperatura é imperceptível. Este fenômeno é proporcional à frequência e depende da viscosidade do meio. O osso, por exemplo, absorve 10 vezes mais a onda sonora que os tecidos moles.

Quando a onda sonora encontra uma interface ela pode ser transmitida, refletida ou refratada. Ela é transmitida sem interferências angulares, quando não há diferença de impedância entre as duas interfaces.

A refração e a reflexão ocorrem quando os dois meios apresentam impedâncias acústicas diferentes.

A refração sonora é a alteração da direção do feixe transmitido em relação ao feixe incidente (desvio do feixe sonoro). Ela ocorre quando a incidência sonora sobre uma interface grande e lisa não é perpendicular.

A reflexão do som, conforme já explicado anteriormente, ocorre quando há diferença de impedância acústica entre os dois meios, em ângulo igual de incidência. Quanto maior a reflexão do feixe sonoro, maior a intensidade do eco recebido e, portanto menor a transmissão do som de um meio para o outro (por exemplo, o osso, reflete muito o eco e não permite o estudo das estruturas situadas atrás deles – posteriores). Outro exemplo é a diferença de impedância entre o ar e os tecidos moles, que justifica a necessidade do gel de acoplamento acústico utilizado para aumentar o contacto entre a pele e o transdutor, caso contrário o feixe seria refletido por causa da interface transdutor/ ar.

A reflexão pode ser especular ou dispersa. Na reflexão especular o feixe sonoro encontra uma interface lisa e maior que o comprimento de onda. Como exemplo, podemos citar o diafragma. Nesta

situação a reflexão é de grande amplitude e apresenta ângulo igual ao de incidência. (responsável pela formação de imagem em espelho-artefactual).

A reflexão dispersa ou espalhamento (“scattering”) ocorre quando o comprimento de onda do feixe acústico é maior do que as partículas que compõem o meio, originando ecos de baixa amplitude, independente do ângulo de incidência. São várias e pequenas reflexões. Ela é responsável pela identificação do parênquima dos órgãos.

Outro efeito que pode ocorrer em decorrência da interação do feixe sonoro com estruturas pequenas, é a difração. Ela se desenvolve quando as extremidades de uma estrutura interposta no trajeto do feixe acústico assumem o papel de fonte sonora. Nesta situação a reflexão gerada não se dá preferencialmente numa única direção, mas ocorre em ondas esféricas (espalhamento).

O padrão textural em tons de cinza dos meios sólidos finamente granulados, como o parênquima hepático, é decorrente da difração e do espalhamento dos ecos gerados pelo meio.

TERMINOLOGIA NA ULTRA-SONOGRAFIA

A terminologia utilizada para descrever o exame ultra-sonográfico é consequência da interação do som com os tecidos. Desta forma, para descrever a intensidade dos ecos na imagem, ou sua ecogenicidade, são empregados vários termos. Chamamos de *imagens ecogênicas*, *hiperecogênicas* ou *ecorrefringentes*, àquelas em que os ecos são de alta intensidade, ou seja, são *cinza-claras* ou *brancas*. As *imagens hipoecogênicas* são aquelas de ecos com baixa intensidade, e aparecem *cinza-escuras*. As *imagens anecogênicas* permitem a passagem do eco sem reflexão, sem ecos, ocorre nas estruturas líquidas, como a bexiga, os vasos sanguíneos, ascite, etc. Em várias situações podemos descrever uma estrutura, com base no padrão textural do tecido normal ao redor ou em relação ao padrão normal observado naquele órgão. Exemplificando, um nódulo na tireóide pode ser *isocogênico* em relação ao parênquima tireoideano normal, ou seja, apresenta a mesma intensidade de reflexão do som que o parênquima normal, e pode ser caracterizado (destacado dele) pela formação de um halo periférico ou de uma lobulação no contorno da glândula. Assim podemos observar que tecidos diferentes podem ter a mesma ecogenicidade.

Os artefatos são definidos como erros na apresentação da imagem, e podem ser decorrentes de três fatores:

- problemas no equipamento;
- interação do som com os tecidos;
- técnica utilizada.

Há vários artefatos, mas destacaremos os principais artefatos que nos auxiliam no diagnóstico ultra-sonográfico.

1. sombra acústica posterior: ocorre em tecidos com alta atenuação e/ou índice de reflexão elevado, resultando na redução importante da amplitude dos ecos transmitidos, impedindo o estudo das estruturas posteriores. Ela aparece como uma imagem escura, posterior a cálculos biliares, cálculos renais, calcificações, osso. Mas pode ser menos intensa e formar o que denominamos sombra "suja", ocorrendo nos gases intestinais (devido a interface intestino/ gás).

2. Reforço acústico posterior: da mesma forma que a sombra acústica, este artefato ocorre em estruturas com baixa atenuação ou com menor velocidade de propagação do som em relação aos tecidos moles. Este fenômeno se manifesta como uma faixa mais clara posterior a estrutura líquida, que o forma, ocorrendo na bexiga, na vesícula biliar, nos vasos sanguíneos, etc.

3. Imagem em espelho: decorrente da reflexão em grandes interfaces, como no diafragma e o

pulmão, sendo que o som é refletido do diafragma, e as imagens abaixo do diafragma, no caso o fígado, é projetado acima dele, sendo freqüente observarmos a imagem do parênquima hepático acima do diafragma.

4. imagem dupla ou fantasma: ocasionada pela refração. Um exemplo disso é a refração do som na interface entre os músculos reto-abdominais e a gordura posterior a eles, provocando a formação de imagem dupla, como a do saco gestacional duplo na cavidade uterina.

Desta forma, podemos observar que além do equipamento adequado, este método é operador dependente, em função do conhecimento, da técnica e da interpretação da imagem adquirida durante o exame.

Bibliografia

- Basoli Junior; Mendes, A. **Técnicas Radiográficas**. Rio de Janeiro: Livraria e editora Rubio, 2006.
- Biazús, J; et al. **Rotinas em Mastologia**. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- Curry, TS; Dowtey, JI. **Christensen's Physics of Radiology**. 4ed. Filadelfia: Lea & Febiger, 1990.
- Friedman, M. **As Dez Maiores Descobertas da Medicina**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- Grainger, RG; Allison, D. **Grainger & Allison's Diagnostic Radiology**. 5ed. London:2008
- Greenspan, A. **Radiologia Ortopédica**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- Helms, CA; Brant, WE. **Fundamentos de Radiologia - Diagnóstico por Imagem**. Vol2, 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- Juhl, JH; Crummy, AB; Kuhlman, JE. **Interpretação Radiológica**. 7ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- Kasper, DL; et al. **Harrison Medicina Interna**. 16ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill Interamericana do Brasil, 2006.
- Lopes, AC ed. **Tratado de Clínica Médica**. v2. São Paulo: Roca, 2006.
- Marchiori, E; Santos, MLO. **Introdução a Radiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.
- Netter, FH. **Atlas de Anatomia Humana**. 2ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- Noveline, RA. **Fundamentos de Radiologia de Squire**. 5ed. Porto Alegre: ARTMED, 1999.
- Paul LW, Juhl JH. **Interpretação Radiológica**. 6ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996.

