



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

*Sistemas CAD e Patologia
Intersticial Pulmonar*

Verónica Eloísa Varela Marques

Mestrado Engenharia Biomédica

Setembro, 2008

Sistemas CAD e
Patologia Intersticial Pulmonar

**Monografia do Curso de Mestrado em Engenharia Biomédica
da Universidade do Porto**

Verónica Eloisa Varela Marques

**Licenciada em Radiologia pela Escola Superior de
Tecnologia da Saúde de Coimbra (2006)**

Orientador:

João Manuel R. S. Tavares

**Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica
e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia
da Universidade do Porto**

Co-Orientador:

Ana Mafalda Reis

**Doutoranda em Ciências Médicas pelo Instituto de Ciências
Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto
Assistente Hospitalar de Neurorradiologia do
Hospital Pedro Hispano**

Agradecimentos

Ao Professor João Manuel Tavares pela ajuda incondicional, orientação e disponibilidade demonstrada, imprescindíveis para a realização desta Monografia.

À Dra. Ana Mafalda Reis pelo seu apoio e disponibilidade.

À Carolina pelo apoio, alento nas horas mais complicadas e incondicional amizade.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta Dissertação.

Resumo

O objectivo principal do trabalho é o levantamento bibliográfico sobre o estado da arte dos sistemas CAD (computer-aided diagnosis) direccionados para as patologias pulmonares.

Neste trabalho são descritas as técnicas imagiológicas usualmente utilizadas para as patologias pulmonares. É realizada uma descrição das características principais das patologias pulmonares e seus achados radiológicos mais comuns. Actualmente, o mercado disponibiliza vários sistemas CAD para detectar e analisar patologias pulmonares. Este trabalho apresenta uma pesquisa das características de vários sistemas CAD existentes.

Índice

Capítulo I	INTRODUÇÃO À MONOGRAFIA E ESTRUTURA DO	
TRABALHO	1
I.1	Enquadramento.....	2
I.2	Estrutura Organizativa.....	2
I.3	Contribuições Principais.....	4
Capítulo II	RADIOLOGIA.....	5
II.1	História da Radiologia.....	7
II.2	Técnicas Radiológicas.....	8
II.2.1	Radiologia Convencional.....	9
II.2.2	Tomografia computadorizada.....	10
II.2.3	Ressonância magnética.....	12
II.3	Sumário.....	13
Capítulo III	SISTEMA RESPIRATÓRIO.....	15
III.1	Introdução.....	17
III.2	Anatomia.....	17
III.3	Radiografia do Tórax.....	20
III.4	Padrões radiológicos básicos das doenças pulmonares.....	24
III.4.1	Padrão alveolar.....	24
III.4.2	Padrão Broncovascular.....	25
III.4.3	Padrão cavitário.....	26
III.4.4	Padrão Intersticial.....	27
III.5	Sumário.....	28
Capítulo IV	PATOLOGIAS PULMONARES.....	31
IV.1	Introdução.....	33
IV.2	Asma.....	33
IV.3	Doença pulmonar obstrutiva crónica.....	35
IV.4	Pneumonia.....	38
IV.5	Tuberculose.....	40
IV.6	Abcesso Pulmonar.....	43
IV.7	Bronquiectasias.....	44
IV.8	Cancro Pulmão.....	47
IV.9	Sumário.....	53
Capítulo V	SISTEMAS CAD.....	55

V.1	Sistemas CAD – Resenha Histórica	56
V.2	CAD.....	58
V.3	Exemplos de Sistemas de CAD	62
V.3.1	<i>RapidScreen TM RS- 2000</i>	62
V.3.2	<i>ImageChecker® CT CAD</i>	63
V.3.3	<i>Syngo Lung CAD</i>	64
V.3.4	<i>Philips xLNA Enterprise</i>	66
V.3.5	<i>On Guard</i>	67
V.3.6	<i>LMS/Lung</i>	68
V.4	Sumário.....	69
Capítulo VI	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO.....	71
VI.1	Conclusões Finais	73
VI.2	Perspectivas Futuras	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

**Capítulo I INTRODUÇÃO À MONOGRAFIA E
ESTRUTURA DO TRABALHO**

I.1 Enquadramento

A avaliação radiológica de várias doenças pulmonares representa um dos problemas mais difíceis no diagnóstico radiológico, devido ao grande número de padrões complexos envolvidos, à falta de correlação entre os achados radiológicos e patológicos e às variações na forma de interpretação e descrição dos mesmos.

Associado a algumas das doenças mais críticas há um elevado nível de mortalidade, como no caso do cancro do pulmão, que muitas vezes devido a uma não detecção numa fase inicial, quando é descoberto o seu tratamento e a cura tornam-se muito complicados para não dizer mesmo impossíveis.

Neste contexto, um sistema computacional que permitisse ao radiologista uma segunda opinião, que apresentasse ferramentas para a minimização de divergência ou dúvidas, seria de grande ajuda e valor. Com este objectivo desenvolvidos os sistemas CAD no final dos anos 80, nos Estados Unidos.

Os sistemas CAD apresentam como finalidades principais reduzir o tempo de leitura dos exames imagiológicos, aumentando a especificidade e sensibilidade do diagnóstico, e oferecer ao radiologista uma segunda opinião.

I.2 Estrutura Organizativa

A organização da presente Monografia pretende facilitar o acesso aos diversos temas abordados, apresentando-se por isso dividida em cinco capítulos. De seguida descreve-se sucintamente o conteúdo de cada capítulo:

- **Radiologia**

Neste capítulo é feita uma breve abordagem histórica da radiologia. São ainda descritas as diferentes técnicas radiológicas. Para cada técnica radiológica é enumerado o seu modo de funcionamento, vantagens e limitações.

- **Sistema Pulmonar**

O terceiro capítulo desta Dissertação descreve a anatomia torácica/pulmonar. Este capítulo apresenta ainda as características da radiografia convencional do tórax, expondo o procedimento mais adequado para uma radiografia torácica de qualidade, incluindo uma descrição da anatomia radiológica, presente na radiografia torácica. Este capítulo apresenta ainda os diferentes padrões radiológicos presentes nas patologias pulmonares.

- **Patologias Pulmonares**

Este capítulo apresenta um dos temas centrais da Dissertação: as patologias pulmonares. Neste capítulo são descritas as principais características das patologias pulmonares, dando maior relevo ao cancro pulmonar.

- **Sistemas CAD**

O capítulo quarto refere-se aos sistemas CAD, enunciando a sua história e percurso até aos dias de hoje. Neste capítulo é também descrito o modo de funcionamento dos sistemas CAD e por fim são enumeradas as características dos modelos existentes no mercado para o tórax.

- **Conclusões e Trabalho Futuro**

Neste último capítulo são apresentadas as conclusões finais sobre o estado da arte dos sistemas CAD para patologias pulmonares. É ainda efectuada uma abordagem sobre o trabalho futuro a desenvolver no âmbito da realização da Dissertação.

1.3 Contribuições Principais

As contribuições principais deste trabalho são a pesquisa e análise efectuada sobre o estado da arte dos sistemas CAD direccionados para as patologias pulmonares.

Esta Monografia apresenta um levantamento das técnicas radiológica utilizadas para o estudo pulmonar mencionando as ainda as características das patologias pulmonares mais comuns. São ainda salientados os aspectos mais importantes da anatomia pulmonar. Também apresenta as características e diferenças dos sistemas de CAD existentes no mercado, para o sistema pulmonar.

Desta forma, este documento reúne e apresenta informação essencial para quem pretende utilizar ou desenvolver Sistemas CAD, em particular para a detecção e análise de patologias pulmonares.

Capítulo II RADIOLOGIA

II.1 História da Radiologia

No dia 8 de Novembro de 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923) encontrava-se no seu laboratório quando reparou que nas proximidades de um tubo de vácuo existia uma tela coberta com platíoniano de bário sobre a qual se projectava uma inesperada luminosidade, resultante da fluorescência do material, Figura II.1. Roentgen concluiu então que uma radiação invisível saía do tubo, atravessava a sala utilizando o ar como meio de transporte e ia excitar os materiais fluorescentes do ecrã. Esta radiação invisível tinha um enorme poder de penetração, atravessando materiais como cartão e madeira, mas os objectos metálicos eram atravessados com maior dificuldade ou mesmo totalmente impenetráveis. Também observou que os tecidos moles se apresentavam muito transparentes e que as estruturas ósseas eram ligeiramente opacas e foi assim que ao colocar a sua mão à frente do tubo de Crookes viu os seus ossos projectados numa tela. Como era uma radiação invisível, desconhecida, chamou-lhe Radiação X, (Stewart, 1998).



Figura II.1 Wilhelm Roentgen (retirado de (Wikipédia, 2008)).

Em Janeiro de 1896 Roentgen realizou a primeira radiografia em público na sociedade de Física Médica de Wuzburg, (Bushong, 2004). Desde essa época até aos dias de hoje surgiram várias modificações dos aparelhos iniciais com intuito de reduzir a dose de radiação ionizante e os seus efeitos biológicos adversos.

A Radiologia industrial surgiu em 1920, com o início dos estudos relativos à aplicação dos raios X na inspecção de materiais. Em Julho de 1927,

utilizando a radiação X, Egas Moniz desenvolveu a angiografia cerebral com a introdução de produto de contraste na artéria carótida comum após punção cervical, (Casa Museu Egas Moniz, 2006).

A evolução dos equipamentos trouxe novos métodos, surgindo assim a Tomografia Linear. Por volta de 1931, J. Licord desenvolveu a mielografia com a introdução de um produto radiopaco no espaço subaracnoideu lombar, (Novas TEd. Saúde, 2008).

Irene e Frédéric Joliot Curie, em 1934, descobrem a radioactividade em elementos artificiais impulsionando as aplicações médicas com a obtenção de isótopos radioactivos, (Stewart, 1998).

Em 1963, Kuhl e Edwards demonstraram imagens de SPECT (Tomografia Computadorizada por Emissão de Fotão) e a partir de 1966 o diagnóstico através da ultrassonografia tornou-se comum, (Bushong, 2004).

Na década de 1970, um engenheiro inglês, J. Hounsfield desenvolveu a Tomografia Computadorizada, acoplado um aparelho de Raios-X a um computador o que lhe permitiu ganhar desta forma o prémio Nobel de Física e Medicina, (Calha, 2003).

No ano de 1973 Damadian e Lauterbur produzem a primeira imagem de RM (Ressonância Magnética), iniciando-se nos anos 80 a sua aplicação clínica, (Bushong, 2004). A RM permite obter imagens do corpo humano similares às da tomografia computadorizada, com a vantagem adicional de não utilizar radiação ionizante.

II.2 Técnicas Radiológicas

A Radiologia é uma especialidade da Medicina muito dependente da tecnologia, que ao longo dos tempos têm vindo a desenvolver-se com a evolução desta. As inovações técnicas aliadas a computadores cada vez mais poderosos têm mudado os equipamentos e aumentado a importância do papel da radiologia no diagnóstico e tratamento das doenças.

Este capítulo tem como objectivo principal, descrever as diferentes técnicas radiológicas, considerando as suas aplicações e modos de funcionamento, começando na técnica mais usada a Radiologia Convencional,

seguindo-se a Tomografia Computadorizada e por fim a Ressonância Magnética. De acordo com o tema central desta Dissertação serão destacadas as técnicas radiológicas utilizadas para o estudo de doenças pulmonares.

II.2.1 Radiologia Convencional

Os raios x são radiações electromagnéticas de alta frequência, (Seca 2003).

A radiação X é produzida nos tubos de raio X que são constituídos por uma ampola de vidro em vácuo, dentro da qual se encontra um cátodo e um ânodo, Figura III.2. No cátodo são produzidos os electrões, através de um filamento de tungsténio de elevada resistência que é levado ao rubro (a mais de 2200° C) por efeito de Joule produzido pela corrente eléctrica que o atravessa. Os electrões são acelerados em direcção ao ânodo devido a um elevado diferencial de potencial que é aplicado entre este e o cátodo. Os electrões acelerados embatem no foco do ânodo, e cedem a sua energia cinética, (Lima, 1995).

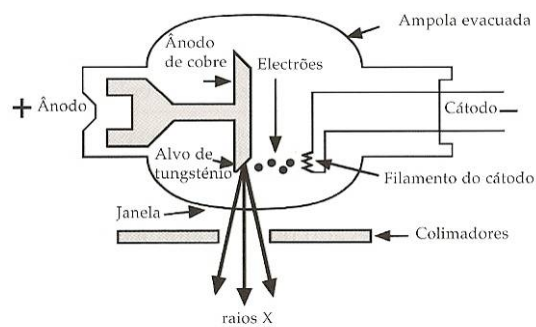


Figura II.2 Esquema de um tubo de raio X (retirado de (Seca, 2003).

A maior parte da energia é libertada na forma de calor e só uma pequena fracção é emitida na forma de energia electromagnética X. A radiação X é posteriormente colimada por placas de chumbo que limitam e dirigem o feixe.

A radiação X atravessa as diferentes áreas anatómicas a avaliar e é atenuada pelos tecidos de acordo com a sua estrutura. A imagem é depois captada por impressão de uma película fotográfica sensível aos Raios X que posteriormente é revelada.

A radiologia digital é um avanço tecnológico que permite que as imagens de raio X sejam processadas por sistemas computacionais. A imagem em vez de ser captada por um filme é convertida, através de um intensificador de imagem e armazenada e trabalhada num computador. Posteriormente pode ser impressa, pode ser guardada em dispositivos externos e entregue ao paciente ou ser enviada para os consultórios através de um sistemas PACS (*Picture Archiving and Communication System*), (Seca 2003).

II.2.2 Tomografia computadorizada

A radiologia convencional possui limitações inerentes ao facto de ser uma representação bidimensional de estruturas tridimensionais, baseando as imagens nos coeficientes de atenuação dos diferentes tecidos atravessados pelos raios X e traduzidos na película radiográfica em diferentes tons de cinzento. Para colmatar estas limitações desenvolveram-se ao longo dos anos técnicas como a tomografia linear. Embora tais técnicas permitam resolver a resolução espacial na terceira dimensão, a capacidade para resolver densidades no plano de corte é limitada pela sobreposição das estruturas.

Godfrey Hounsfield, em 1972, descreveu pela primeira vez a tomografia computadorizada como sendo a reconstrução por processos de computação dos dados obtidos mediante varrimentos sucessivos de uma mesma região por um feixe de radiação X, com alteração sucessiva das posições relativas feixe/objecto numa imagem que representa um corte localizado, (Haaga, 1996).

Os aparelhos de tomografia computadorizada são constituídos por: gerador de alta tensão, para alimentação da ampola de radiação; conjunto mesa/gantry, sistemas de detectores e conversores analógico/digital (A/D); computador; consola de operação e visionamento, e sistema de armazenamento de imagem, figura II.3, (Calha 2003).



Figura II.3 Aparelho de Tomografia Computadorizada (retirado de (Novelline, 1999)).

Equipamentos mais recentes de Tomografia Computadorizada permitem a aquisição helicoidal; ou seja, existe um movimento de rotação ampola/detectores com o incremento contínuo da mesa, permitindo assim uma série de cortes sucessivos sem tempos de espera e num curto intervalo de tempo. As vantagens desta aquisição helicoidal residem no facto de se poderem obter mais cortes num único ciclo respiratório e, conseqüentemente, melhor qualidade das reconstruções nos diversos planos, outra vantagem é a imagem tridimensional com distribuição volumétrica.

Equipamentos ainda mais recentes, são os de multicorte que permitem a obtenção de múltiplos cortes por rotação, devido à presença de várias filas justapostas de detectores, ampliando assim o volume de aquisição de dados por unidade de tempo.

A tomografia computadorizada alia uma excelente resolução espacial e uma boa resolução de densidade, permitindo boa discriminação anatómica, (Lima, 1995).

A presença de próteses, materiais de implante, corpos estranhos ou mesmo equipamentos de monitorização ou mesmo de suporte de funções vitais, não colocam limitações para o uso da tomografia computadorizada.

A tomografia computadorizada revela especial utilidade em casos de traumatismo craniano e abdominal, devido à possibilidade de um diagnóstico rápido e decisivo, (Novelline, 1999).

A principal desvantagem da TC é a utilização de radiação X. Outra desvantagem da TC é o seu elevado preço, especialmente quando comparada com outros métodos como a radiografia convencional ou mesmo a ecografia.

No tórax, a T.C., é a principal técnica imagiológica para o estudo do pulmão devido à sua elevada resolução, permitindo discriminar estruturas com dimensões submilimétricas, identificar e caracterizar patologias do parênquima

de natureza inflamatória, neoplásica, alterações nas vias aéreas de cariz estenosante ou bronquiectásico e alterações vasculares, como embolia pulmonar, Figura II.4.

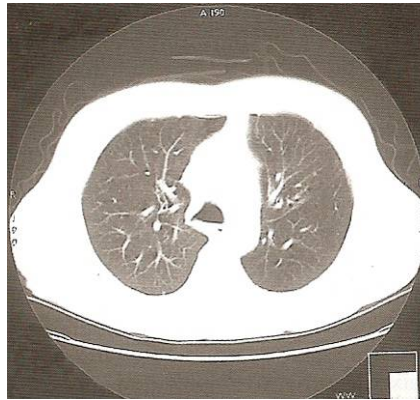


Figura II.4 Corte de TC no plano axial do tórax com janela adequada para parênquima pulmonar (retirado de (Pisco, 2003)).

II.2.3 Ressonância magnética

Block e Purcell, em 1946 deram os primeiros passos para o aparecimento do que seria a Ressonância Magnética, que só nos anos 80 seria aplicada em estudos clínicos, (Gil, 1987).



Figura II.5 Aparelho Ressonância Magnética (retirado (Siemens, 2008)).

A Ressonância Magnética baseia-se no facto do corpo humano ser constituído em grande parte por átomos de hidrogénio, que possuem carga eléctrica positiva e que estão constantemente a rodar sobre um eixo (*spin*), Figura II.5. Quando sujeitos a um campo magnético externo os protões do hidrogénio, ficam alinhados, paralelamente, (Haaga, 1996). A maior parte dos protões fica neste modo, uma vez que se trata de um nível de menor energia, ou anti-paralelamente. Estes protões não estão parados tendo movimentos de precessão, cuja frequência varia com o campo magnético. Devido à existência

de um maior número de prótons no nível energético menor cria-se um campo magnético longitudinal no corpo humano, (Castaño 2003).

Se for enviada uma onda de radiofrequência com a mesma frequência que a de precessão dos prótons, estes vão precessar em fase (ressonância) ganhando energia, determinando uma alteração do seu desalinhamento, diminuindo a magnetização longitudinal. Com o aparecimento de um vector transversal ao campo magnético externo estabelece-se uma nova magnetização neste caso transversal. Quando termina a radiofrequência, a magnetização longitudinal aumenta, sendo a relaxação longitudinal descrita pela constante temporal T1, que traduz o progressivo retorno dos núcleos à posição de repouso, libertando a energia ganha para as moléculas vizinhas. A gordura apresenta o menor tempo de relaxação T1, (Castaño 2003).

O crescimento e diminuição da magnetização transversal são descritos pela constante temporal T2 e dependem da interacção entre núcleos e do grau de liberdade entre moléculas. A água apresenta um T2 longo, devido à elevada mobilidade das moléculas da água, (Castaño 2003).

Edemas, inflamação, necrose, quistos, hemorragias, tumores, como apresentam elevado conteúdo em água apresentam um elevado sinal em T2 e um baixo sinal em T1. Pelo contrário, tecidos ricos em colagénio e fibras, proteínas mostram um hipossinal em T2, (Castaño 2003).

A Ressonância Magnética está contra-indicada em doentes com *pacemakers*, mesmo que estes estejam inactivos, com estruturas ferromagnéticas, ventilados e doentes com claustrofobia, (Castaño, 2003).

A Ressonância Magnética apresenta vantagens como o potencial multiplanar, a elevada sensibilidade ao fluxo, a ausência de radiação ionizante, boa resolução de contraste, espacial e temporal e potencialidades específicas como a difusão, perfusão e espectroscopia, (Castaño, 2003; Bushong, 2004).

II.3 Sumário

Deste capítulo evidencia-se o grande impacto que teve a descoberta do raio X. Esta permitiu o desenvolvimento posterior de técnicas como a radiologia convencional, tomografica computadorizada e ressonância magnética. Todas

estas técnicas são actualmente essências para a detecção de lesões no organismo e posterior tratamento.

A descoberta dos raios X por Roentgen levou à criação de uma nova especialidade dedicada ao diagnóstico, a Radiologia. Esta encontra-se em permanente evolução, atravessando neste momento um processo de transição entre a radiografia com película radiográfica e a radiologia digital, em que a imagem é convertida por um intensificador de imagem e armazenada e processada em computador. A radiografia, devido ao seu baixo custo e fácil acesso, é um dos métodos mais requisitados pelos médicos, isto apesar da sua limitação inerente o facto de apresentar apenas a visão bidimensional de estruturas tridimensionais.

O desenvolvimento da Tomografia Computadorizada (TC) representa um dos maiores avanços da radiologia desde a descoberta dos raio X. Esta técnica consiste na reconstrução através de processos de computação dos dados obtidos após varrimentos sucessivos de uma determinada região por um feixe de raio X, com a alteração sucessiva das posições relativas feixe-objecto. A TC apresenta uma excelente resolução espacial, boa resolução de densidade, e boa discriminação anatómica, sendo considerado por muitos autores o método diagnóstico prevalente num futuro próximo.

A Ressonância Magnética, foi das ultimas técnicas imagiológicas a ser desenvolvida, apresentando no entanto um elevado desenvolvimento nos últimos tempos. A sua principal vantagem, é a não utilização de radiação ionizante, aliada a uma boa resolução de contraste e espacial. Os princípios básicos desta técnica baseiam-se no uso de campos magnéticos e ondas de radiofrequência.

Capítulo III SISTEMA RESPIRATÓRIO

III.1 Introdução

Neste capítulo pretende-se dar a conhecer a estrutura anatómica do sistema respiratório e as características da radiografia do Tórax.

Usualmente a radiografia do tórax é o primeiro exame a ser solicitado pelo médico, e muitas vezes até é mesmo o único. A sua boa resolução de contraste e o acesso rápido e universal contrastam com a desvantagem de apresentar sobreposição de estruturas, ósseas e mediastínicas, o que leva a que existam muitas zonas que podem não ser correctamente avaliadas.

O presente capítulo aborda por último os diferentes padrões radiológicos das doenças pulmonares, enumerando as causas e características.

III.2 Anatomia

A anatomia radiológica do tórax é dividida em três partes: a caixa torácica, o sistema respiratório propriamente dito e o mediastino, (Bontrager, 1999).

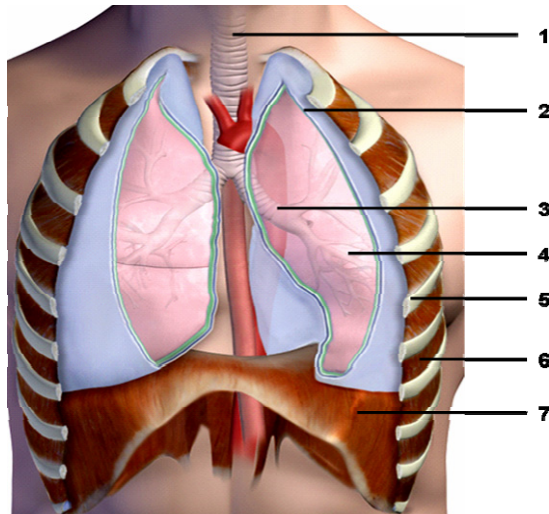


Figura III.1 Sistema Respiratório: 1 – Traqueia, 2 - Pleura, 3 - Brônquios, 4 - Bronquíolos, 5 – Costela, 6 - Músculo intercostal, 7- Diafragma (retirado de <http://www.netxplica.com>).

A caixa torácica alberga os órgãos vitais alojados no tórax e evita o colapso pulmonar aquando da respiração. Esta é formada pelas vértebras torácicas, costelas, cartilagens intercostais, esterno, omoplatas, clavículas e músculos acessórios, Figura III.1, (Seelly, 1997).

Os doze pares de costelas dividem-se em: sete pares superiores designadas verdadeiras; cinco pares inferiores designadas falsas. A maior parte das costelas possui dois pontos de articulação com as vértebras torácicas.

O esterno divide-se em três partes: manúbrio, corpo e apêndice xifóide. A primeira costela e a clavícula articula-se com o manúbrio. O ponto em que o manúbrio encontra o corpo do esterno é designado ângulo esternal. As clavículas unem o esterno às omoplatas, (Botranger, 1999).

O sistema respiratório é formado pela laringe, traqueia, brônquios e pulmões.

A faringe não faz parte do sistema respiratório propriamente dito, uma vez que permite a passagem tanto de alimento e líquidos como de ar.

A laringe é uma estrutura cartilaginosa localizada na porção anterior do pescoço, suspensa pelo osso hióide.

A traqueia é um tubo muscular fibroso, constituída por anéis de cartilagem que mantêm as vias aéreas abertas evitando deste modo o colapso da traqueia durante a inspiração.

Os pulmões são órgãos pares situados na cavidade torácica. Estão separados um do outro pelo coração e por outras estruturas situadas no mediastino, Figura III.2.

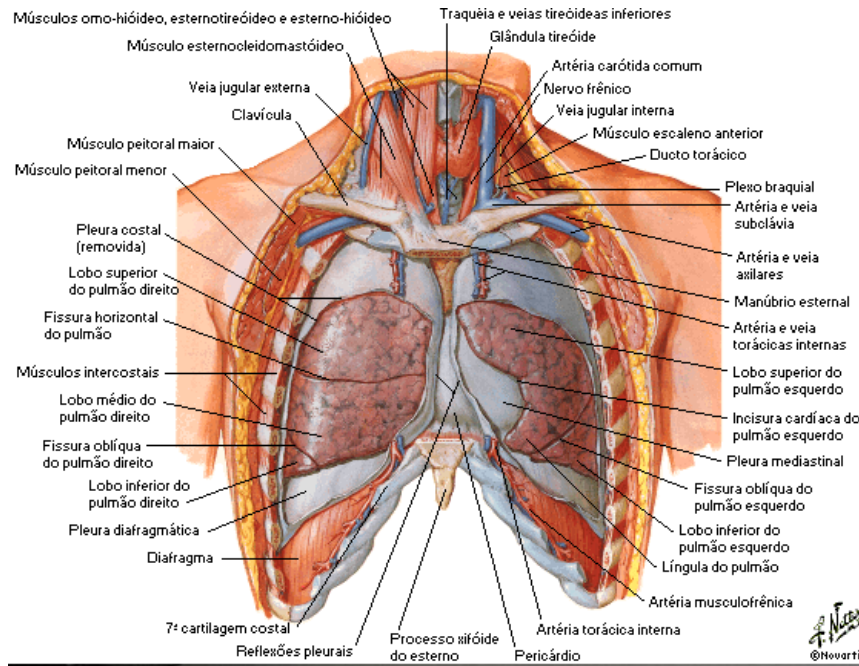


Figura III.2 Pulmões (vista anterior) (retirado de (Netter, 2000)).

Os brônquios principais dão origem a brônquios secundários, ou lobares. O brônquio principal direito é mais largo, mais curto e mais vertical que o esquerdo, (Bontrager, 1999). Os brônquios lobares, três do lado esquerdo e dois do lado direito, dão origem a brônquios terciários, ou segmentares. Os brônquios terciários ramificam-se diversas vezes, formando os bronquíolos terminais. Por sua vez, estes ramificam-se e transformam-se em bronquíolos respiratórios, que por sua vez dão origem a vários ductos alveolares que terminam nos alvéolos.

Cada pulmão é dividido em lobos por uma ou mais fissuras. O pulmão esquerdo tem uma fissura oblíqua e dois lobos; o pulmão direito tem duas fissuras, oblíqua e horizontal, e três lobos, (Seelly, 1997). O pulmão é constituído por uma substancia esponjosa leve, mas altamente elástica, denominada parênquima, que permite a expansão e contracção dos mesmos e as trocas gasosas, (Bontrager, 1999).

Cada lobo divide-se em lóbulos separados por septos. Como demonstrado na Figura III.4

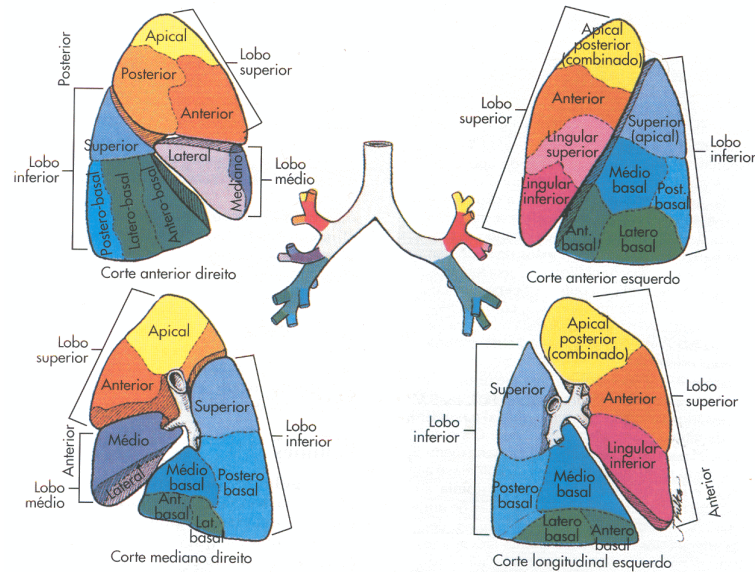


Figura III.3 Lobos e lóbulos dos pulmões (retirado de (Seeley, 1997)).

Todos os lóbulos contêm um vaso linfático, uma arteríola, uma vénula e um ramo de um bronquíolo terminal.

A pleura é uma membrana serosa de dupla camada que envolve e protege cada pulmão. É constituída por dois folhetos: visceral e parietal, (Calha, 2003). Entre a camada externa e a interna há um pequeno espaço, a cavidade pleural, que contém líquido pleural produzido por estas membranas. O líquido pleural desempenha duas funções:

- actua como lubrificante, permitindo o deslizamento das membranas, à medida que o tórax modifica a sua forma durante a respiração;
- ajuda a manter as membranas pleurais juntas;

O hilo pulmonar é a área na face média através da qual os brônquios, os vasos pulmonares, os vasos linfáticos e os nervos entram e saem do pulmão.

III.3 Radiografia do Tórax

Na radiografia simples do tórax, os pulmões cheios de ar e os tecidos adjacentes proporcionam um contraste excelente. Como consequência, é possível observar com grande detalhe as artérias e veias pulmonares, as fissuras interlobares e as patologias parenquimatosas e vasculares do pulmão.

Por esta razão, as radiografias simples do tórax, que geralmente incluem incidências pósterio-anterior (PA) e Perfil, constituem a unidade básica no diagnóstico radiológico do tórax, Figura III.4.

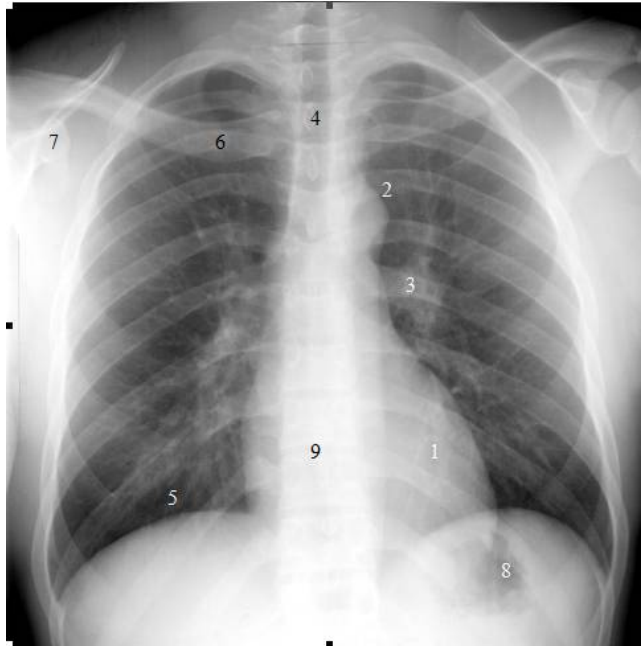


Figura III.4 Radiografia do Toráx em PA: 1 – Coração, 2 – artéria aorta, 3 – Hilo pulmonar, 4 – Traqueia, 5 – Diafragma, 6 – Clavícula, 7 – Omoplata, 8 – ar no estômago, 9 - coluna vértebra (adaptado de (Ginneken, 2001)).

Com estas incidências (PA e Perfil) é possível obter uma boa visualização tridimensional do tórax, Figura III.5. Na radiografia PA não se pode ver uma parte importante da região retrocardíaca e dos lóbulos inferiores de ambos os pulmões devido ao coração e aos diafragmas pelo que a radiografia de Perfil a deve acompanhar. Ambas as radiografias são realizadas em máxima apneia inspiratória.

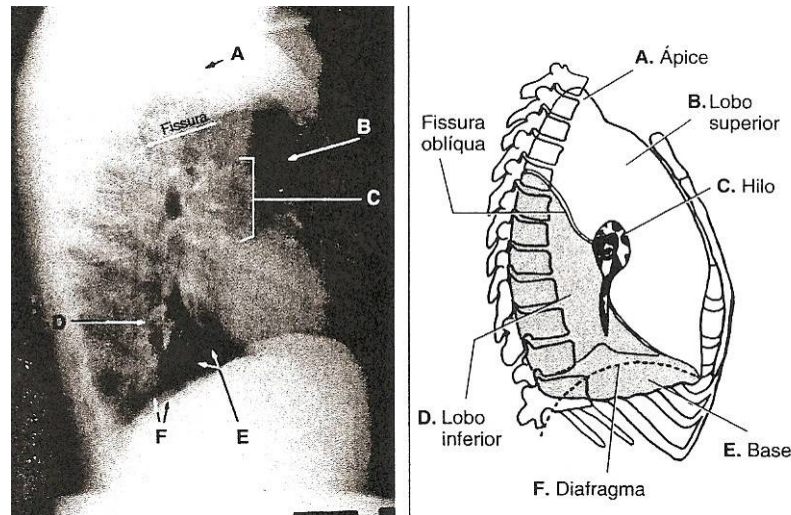


Figura III.5 Radiografia lateral do tórax e esquema do pulmão (retirado de (Bontranger, 1999).

As incidências em decúbito lateral geralmente são usadas para determinar se as anormalidades pleurais são devidas à presença de líquidos fluindo livremente, enquanto as incidências apicolordóticas podem em muitos casos mostrar com maior detalhe as doenças dos ápices pulmonares. Para uma melhor visualização de lesões que cercam o mediastino ou os seios costodiafragmáticos realizam-se as incidências oblíquas do tórax.

O tempo de exposição e miliamperagem devem ser reduzidos (permitindo uma diminuição de artefactos devido ao movimento), por outro lado, a kilovoltagem deve ser elevada para que daí resulte um baixo contraste.

Uma imagem radiológica ideal será aquela que permite ver os campos pulmonares e o mediastino, com uma discreta visualização da coluna torácica.

Os tecidos moles formam o contorno da caixa torácica. Estes ao projectarem-se sobre os órgãos intratorácicos criam opacidades ou linhas de interface. As mais comuns são, Figura III.6:

- sombra do esterno-cleido-mastoideu – dispõe-se quase na vertical ao longo do pescoço, em baixo curva e continua para fora com a sombra acompanhante da clavícula;
- sombra acompanhante da clavícula – é uma banda fina de tecidos moles paralela ao bordo superior da clavícula;
- pregas axilares – são duas, ambas concavas para baixo, a posterior é mais horizontal e a anterior mais vertical;

- sombra mamária e mamilos – o tecido mamário diminui a transparência radiográfica das porções inferiores do pulmão. Os mamilos podem imitar sub-nódulos pulmonares arredondados, sendo por vezes, visíveis bilateralmente. Mamas volumosas apresentam um contorno interior convexo e nítido que externa e superiormente se torna concavo para fora.

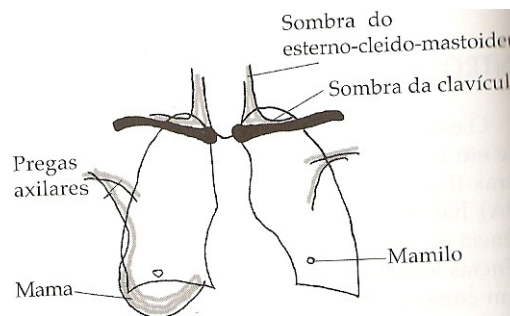


Figura III.6 Princípios sombras dos tecidos moles da caixa torácica (retirado de (Calha, 2003))

O diafragma limita inferiormente o tórax, é convexo para o lado do pulmão, realizando nas pessoas normais um ângulo agudo com a caixa torácica quando em inspiração profunda. Estes ângulos, designados costodiafragmáticos são bem visíveis em radiologia convencional, sendo os laterais visíveis em incidência PA e os posteriores em incidência de perfil. O hemidiafragma direito é ligeiramente mais elevado que o esquerdo.

A traqueia identifica-se como banda hiperluciente na linha média, com 1.5 a 2 cm, quase vertical, com discreto desvio direito da sua porção inferior. No plano frontal, imediatamente acima da bifurcação traqueal à esquerda, costuma visualizar-se moldagem do contorno do arco aórtico. Nas radiografias do tórax, usualmente apenas são individualizáveis os brônquios principais, alguns lobares e os segmentares anteriores dos lobos superiores, (Pisco, 2003).

Os vasos, sobretudo as artérias, são responsáveis pela maioria das marcas radiográficas dos pulmões. As paredes brônquicas, vasos brônquicos, linfáticos ou interstício pulmonar, são habitualmente muito finas ou pouco contrastadas para serem visíveis. Quando um vaso passa através do pulmão na direção paralela ao filme a sua diminuição e ramificação serão acuradamente registadas no filme PA. Se pelo contrário passa através do

pulmão segundo a direção sagital, alinhar-se-á com o feixe, absorvendo mais raio X, logo a sua sombra aparecerá como uma mancha densa e arredondada, (Novelline, 2003).

III.4 Padrões radiológicos básicos das doenças pulmonares

Os pulmões sustentam as diferentes estruturas através de um tecido conectivo, constituído predominantemente por fibras elásticas e colagénio, este estende-se do mediastino às regiões subpleurais e dividindo-se em, (Pisco, 2003):

- Tecido axial – constituído por tecido conectivo forte situado no centro do pulmão, indo do hilo até à periferia pulmonar, neste tecido encontramos as artérias e os brônquios;
- Tecido intersticial periférico – situado na periferia, estendendo-se desde a pleura visceral, dando origem ao tecido conectivo subpleural e aos septos interlobulares. Situam-se neles as veias e os linfáticos;
- Tecido parieto-alveolar ou septal – faz parte dos alvéolos, capitalres, vénulas entre outros.

O tecido conectivo, numa situação normal não é visualizado em radiografia convencional ou em TC. No entanto o pulmão reage a determinadas agressões, de forma autónoma com o aparecimento de alterações patológicas, mais ou menos padronizadas, que permitem estabelecer quatro tipos de padrões básicos: alveolar, broncovascular, cavitário e intestinal.

III.4.1 Padrão alveolar

O padrão alveolar é descrito como a substituição do ar alveolar por líquido (exsudado ou transudado), células ou tecidos anormais numa região do parenquima pulmonar, (Pisco, 2003).

As causas mais comuns para o aparecimento deste tipo de padrão são: o edema pulmonar, pneumonias bacterianas, eosinófilos e proteinose alveolar.

Radiologicamente este padrão apresenta as seguintes características, (Pisco, 2003):

- Opacidade pulmonar quando apresenta limites imprecisos e mal definidos, excepto nível das fissuras;
- Presença de broncograma aéreo, ou seja, visão anormal dos brônquios intrapulmonares, Figura III.7;
- Quando a opacidade é extensa, bilateral e simétrica dá imagem de asa de borboleta;
- Instalação rápida e precoce;
- Em TC de alta resolução é possível observar padrão “vidro despolido” e nódulos acinares, Figura III.8.

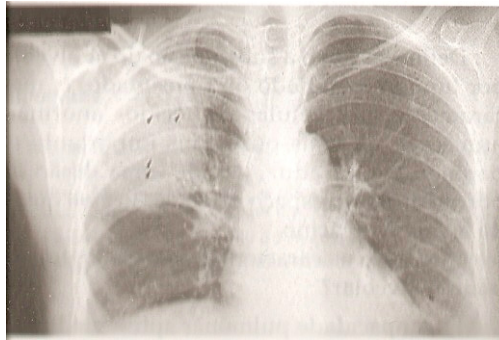


Figura III.7 Radiografia – pneumonia do lobo superior com “broncograma aéreo”(retirado de (Pisco, 2003)).



Figura III.8 TC de alta resolução – nódulos acinares e pneumonia com broncograma aéreo (retirado de (Pisco, 2003)).

III.4.2 Padrão Broncovascular

Este padrão consiste na visualização das artérias e brônquios que as acompanham, num tórax normal ou com situações patológicas, não entrando com as alterações do tecido conectivo onde estas estruturas se encontram.

As artérias pulmonares são observadas numa radiografia do tórax normal, saindo dos hilos sob a forma de opacidades alongadas, que se vão dividindo dicotomicamente, esbatendo-se para a periferia, (Pisco, 2003).

A TC de alta resolução permite um acompanhamento melhor do trajecto das artérias pulmonares sob a forma de opacidades alongadas ou nodulares que se vão dividindo e reduzindo de espessura. Os brônquios que acompanham as artérias, podem ser observados sob a forma de imagens hipodensas, com limites bem definidos ou areolares, Figura III.9.

As imagens broncovasculares podem ser indicadoras de síndromes hemodinamicos acompanhados de hipertensão vascular, ou em bronquites crónicas, enfisemas e bronquiectasias.

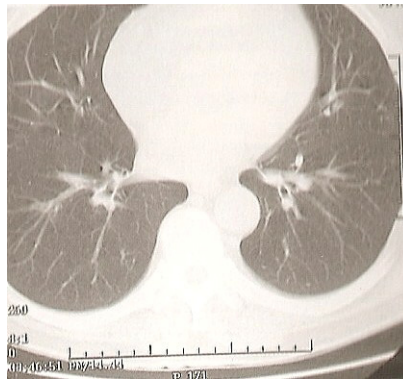


Figura III.9 TC – Vasos e brônquios (retirado de (Pisco, 2003)).

III.4.3 Padrão cavitário

O padrão cavitário é o resultado da destruição do tecido pulmonar sem ter em consideração as barreiras histológicas. As causas deste padrão são: tuberculose, carcinoma brônquico, abscessos, quistos infectados ou não e micoses, Figura III.10, (Pisco, 2003).

Radiologicamente a sua tradução ocorre através de uma ou mais cavitações arredondadas, com diâmetro variável de parede espessada regular ou lobulada. A periferia da cavitação pode ser bem ou mal definida e o seu interior pode ter ar ou líquido, (Pisco, 2003).



Figura III.10 Radiografia de perfil com quisto hidático (retirado de (Pisco, 2003)).

III.4.4 Padrão Intersticial

O padrão intersticial encontra-se associado a doença intersticial pulmonar, que compreende um grupo de doenças muito diversificado, com alterações agudas e crônicas, que atingem preferencialmente o interstício pulmonar.

Os padrões básicos de doença intersticial na radiografia torácica são apresentados na Tabela 1

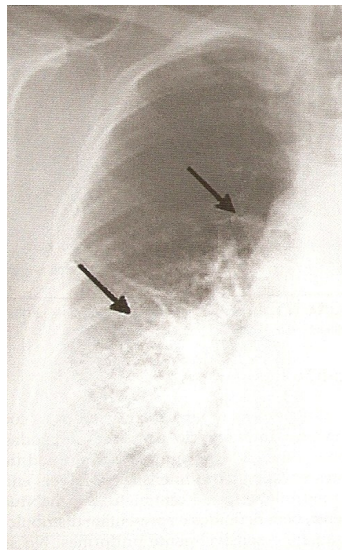


Figura III.11 Padrão linear em doente com linfangite carcinomatosa (retirado de (Pisco, 2003)).

Tabela 1 – Padrões Intersticiais na radiografia do tórax (adaptado de (Pisco, 2003)).

Radiografia do Tórax		
Padrões Intersticiais	Características	Causas
Linear Figura, III.11	Opacidades lineares anormais, distinguem-se das estruturas vasculares através da sua localização, ausência de redução de calibre e de ramificações	Disseminação linfática (linfomas, metastização); inflamação, fibrose e edema (cardíaco, renal)
Reticular	Rede de opacidades lineares com poucos milímetros de espessura, envolvendo zonas de baixa densidade; destruição difusa do interstício; pulmão em “favo de mel”	Fibrose pulmonar idiopática ou alveolite fibrosante, sacoidose
Nodular	Espessamento irregular de todos os componentes do interstício; nódulos bem definidos que podem ir até 10 mm de tamanho	Doenças granulomatosas, disseminação hematogénica de neoplasias e pneumoconioses

III.5 Sumário

O sistema respiratório é constituído pela laringe, faringe, brônquios e pulmões. Este situa-se maioritariamente na caixa torácica. Dentro da referida caixa encontra-se uma variedade de estruturas entre as quais órgãos, estruturas ósseas, cartilagens e músculos.

A radiografia convencional do tórax PA para apresentar qualidade de imagem, requer um tempo de exposição e miliamperagem reduzidos e uma kilovoltagem elevada para se obter um baixo contraste e deve ser realizada em apneia inspiratória.

A radiografia convencional do tórax PA apresenta uma sobreposição de estruturas, o que provoca uma não visualização de algumas regiões como é o caso da região retrocardíaca e dos lóbulos inferiores dos pulmões, devido à sobreposição dos diafragmas e do coração. A realização de uma incidência de perfil permite a visualização das estruturas sobrepostas.

Deste capítulo salienta-se ainda o facto dos tecidos moles que contornam a caixa torácica, quando se projectam sobre os órgãos intratorácicos criarem opacidades ou linhas de interface.

Por fim apresentam-se os padrões radiológicos das doenças pulmonares. Existem quatro padrões: intersticial, alveolar, broncovascular e cavitário. Os padrões intersticiais são os de diagnóstico mais complexo, devido à variedade de padrões existentes e à subtileza de algumas das suas manifestações.

Capítulo IV PATOLOGIAS PULMONARES

IV.1 Introdução

A importância da doença pulmonar na perspectiva geral da patologia e da medicina clínica não deve ser subestimada, uma vez que as infecções respiratórias primárias constituem lugar-comum na prática clínica e os pulmões estão secundariamente envolvidos em quase todas as formas de doença terminal.

O presente capítulo visa abordar as patologias pulmonares mais comuns, abordando para cada uma delas questões clínicas, meios de diagnóstico e tratamento.

Devido ao elevado interesse para a presente Dissertação, será dado um maior ênfase ao carcinoma pulmonar. O carcinoma brônquico é nos dias de hoje um dos maiores problemas de saúde, sendo a principal causa de morte em muitos países. A radiografia do tórax é muitas vezes o primeiro meio de diagnóstico utilizado e confirmado posteriormente com a presença de células neoplásicas na expectoração ou produto de biopsia.

IV.2 Asma

A asma é uma doença inflamatória crónica caracterizada por uma hiperactividade da traqueia e brônquios a vários estímulos, manifestando-se por um estreitamento das vias aéreas com reversão espontânea ou como resposta a um tratamento, Figura IV.1. O estreitamento das vias aéreas resulta da combinação de factores como os espasmos musculares, o edema e a acumulação de muco.



Figura IV.1 Esquema da fisiopatologia da asma (retirado de (Pueri, 2008)).

Clinicamente a asma manifesta-se com episódios frequentes de sibilios, dispneia e tosse causadas espontaneamente ou precipitadas por poeiras, frio, fármacos, infecções ou *stress* emocional. Durante as crises mais severas ocorre a utilização dos músculos respiratórios acessórios, os sibilios tornam-se mais intensos, ocorre hiperressonância e retracção intercostal, (Kasper, 2006).

A classificação da asma pode ser efectuada com base na gravidade, na patogénese e nos agentes que a desencadeiam.

As provas funcionais respiratórias são o único exame quantitativo e objectivo que permite avaliar e monitorizar a asma, (Arrobas 2003). A capacidade vital (CV), o volume expiratório máximo por segundo (VEMS), o débito expiratório máximo a 50% da capacidade vital e o débito expiratório máximo instantâneo apresentam-se diminuídos, (Kasper, 2006).

Os exames laboratoriais permitem apenas reforçar o diagnóstico da asma, (Arrobas 2003). Estes exames apresentam elevação dos níveis de IgE sérica, eosinofilia do sangue periférico. Os testes cutâneos de alergia permitem determinar a hipersensibilidade a aeroalergenos, sendo também importantes no diagnóstico da asma, (Arrobas 2003).

Os gases arteriais apresentam-se normais numa crise ligeira podendo ocorrer hipoxémia e hipocapnia, (Kasper, 2006).

A radiografia ao tórax nem sempre é necessária, e pode apresentar-se sem alterações, principalmente nos períodos intercrises, (Arrobas 2003). Quando apresenta alterações pode revelar hiperinsuflação pulmonar, infiltrados irregulares devido à atelectasia causada pela obstrução das vias respiratórias, as paredes brônquicas podem apresentar um espessamento e ocorre ausência das sombras vasculares na periferia pulmonar, (Kasper, 2006).

A melhor forma para a prevenção da asma é evitar a exposição aos agentes precipitantes. A nível de tratamento com fármacos existem duas categorias: os que inibem a contracção dos músculos liso, como os agonistas adrenérgicos β e os anticolinérgicos e as substâncias que evitam ou anulam a inflamação como os glucocorticóides, inibidores e antagonistas dos receptores dos leucotrienos e estabilizadores dos mastócitos, (Kasper, 2006).

IV.3 Doença pulmonar obstrutiva crónica

A Doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) é definida como sendo uma doença crónica caracterizada pela obstrução das vias aéreas devido a bronquite crónica ou enfisema pulmonar. A obstrução é progressiva e pode ser acompanhada de hiperreactividade brônquica, (Valente 2003).

O enfisema caracteriza-se por alargamento anormal dos espaços aéreos distais aos brônquios com destruição das suas paredes e sem presença de fibrose, Figura IV.2. A bronquite crónica caracteriza-se por tosse produtiva durante 3 meses em 2 anos consecutivos num paciente em que todas as outras possíveis causas de tosse crónica foram excluídas, Figura IV.3, (Valente 2003).

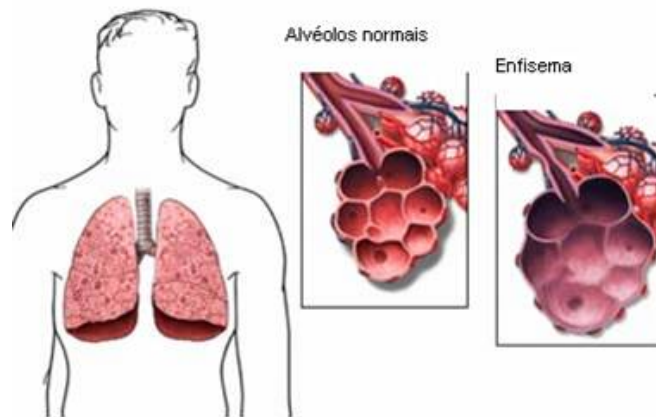


Figura IV.2 Esquema da alteração dos alvéolos num enfisema (retirado (Pereira, 2008).

A DPOC caracteriza-se clinicamente por tosse produtiva predominante pela manhã, ocorrendo dispneia aquando da realização de exercícios mais violentos e com o decorrer da doença pode ocorrer dispneia mesmo estando em repouso, (Kasper, 2006). A natureza lenta e progressiva da obstrução ao fluxo aéreo é responsável pelo aparecimento tardio de sintomas; em particular da dispneia de esforço que só surge quando já se estabeleceram lesões pulmonares extensas, (Carvalho, 2003).

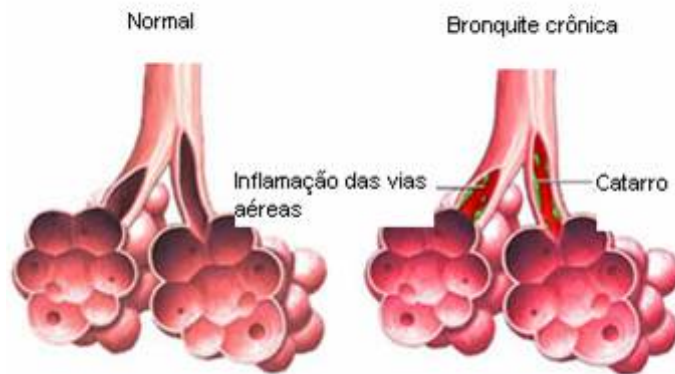


Figura IV.3 Esquema da alteração dos alvéolos na bronquite crônica (retirado de (Pereira, 2008)).

Nos doentes em que existe um maior predomínio de bronquite crônica, as exacerbações são geralmente acompanhadas pelo aumento de expectoração já nos doentes em que o enfisema é predominante a expectoração é escassa ou nula, mas a dispneia e a sibilância são graves, (Carvalho 2003).

Podem advir da DPOC complicações como pneumonias, hipertensão pulmonar, cor pulmonar e insuficiência respiratória crônica, (Kasper, 2006).

Os factores de risco da DPOC são o tabagismo, sendo este o mais relevante, a poluição do ar, infecções durante primeiro ano de vida, estado socioeconómico e factores genéticos, hiperactividade brônquica e crescimento pulmonar, (Barbara, 2003).

Os doentes com DPOC apresentam policitemia secundária à hipoxémia crónica, hipercapnia, responsável pelas cefaleias matinais, anorexia e perda de peso, pode também apresentar acidose respiratória durante as crises.

Os testes funcionais respiratórios apresentam um VEMS diminuído, e a sua medição permite avaliar a gravidade da doença e o prognóstico, uma vez que este diminui à medida que doença avança. O volume residual, a capacidade pulmonar total e a capacidade residual funcional apresentam-se aumentadas enquanto a capacidade vital forçada se encontra diminuída, (Carvalho 2003).



Figura IV.4 Enfisema, as setas indicam a presença bolhas (retirado de (Novelline, 1999)).

Imagiologicamente, a radiografia do tórax é normal na DPOC ligeira. Com o evoluir da doença os doentes com enfisema apresenta hiperinsuflação, que se manifesta por achatamento do diafragma, retilinização dos arcos costais, apagamento das marcas vasculares à periferia, apresenta ainda bolhas no parênquima ou sub pleurais, silhueta cardíaca estreita e alongada, Figura IV.4. Na radiografia de perfil apresenta um aumento do espaço retroesternal. Por outro lado, os doentes com cor pulmonale apresentam cardiomegalia, (Carvalho, 2003; Kasper, 2006).

A TC apresenta maior sensibilidade para o enfisema do que a radiografia convencional do tórax, mas não é um exame de rotina em doentes com DPOC. A tomografia computadorizada de alta resolução é um meio de diagnóstico muito bom na avaliação da presença e da gravidade do enfisema, (Carvalho 2003).

A lenta evolução e diagnóstico tardio fazem da DPOC uma doença para a qual não existe reversão. O diagnóstico precoce permite uma melhoria apenas da qualidade de vida e um atraso na degradação da função pulmonar. As estratégias de tratamento na DPOC são a eliminação do tabaco, o uso de broncodilatadores que reduzem os sintomas e corticosteróides que melhoram a função pulmonar, a oxigenoterapia, que permite aumentar a sobrevivência impedindo a progressão da hipertensão pulmonar e principalmente diminui o número de internamentos permitindo uma melhoria da qualidade de vida, a terapêutica invasiva, como a vacinação contra a gripe, a reabilitação respiratória, a ventilação mecânica não invasiva e a cirurgia, ao nível do transplante pulmonar e cirurgia do enfisema.

IV.4 Pneumonia

A pneumonia é um processo infeccioso que atinge os espaços alveolares do parênquima pulmonar com a substituição do seu conteúdo aéreo por células e exsudato inflamatório. Esta pode ser causada por vários microrganismos como vírus, bactérias, parasitas ou fungos, Figura IV.5.

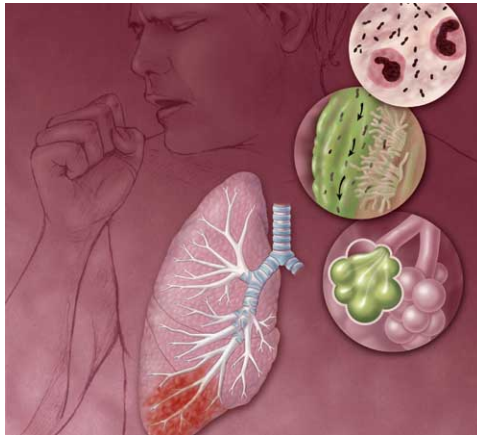


Figura IV.5 Representação esquemática da Pneumonia (retirado de (Motti, 2007)).

Os microrganismos podem atingir as vias aéreas superiores através da aspiração das secreções da orofaringe, da inalação de aerossóis infectados e por disseminação hematogénica.

A pneumonia adquirida em comunidade apresenta como microrganismos mais frequentes, o *Streptococcus pneumoniae*, o *Haemophilus influenzae*, a *Legionella* e o *Staphylococcus aureus*. Os sintomas apresentados pelos doentes são a febre, a tosse seca e não produtiva, os arrepios ou calafrios e dispneia. Apresentam ainda uma frequência respiratória superior a 30 min, sendo este o sinal mais útil indicador de pneumonia grave numa pessoa sem doença pulmonar subjacente. A radiografia ao tórax é determinante para diagnosticar a pneumonia e suas complicações, como o derrame pleural que é visível na radiografia ao tórax em decúbito lateral, o abscesso pulmonar definido como a destruição parênquimatosa localizada como uma cavidade com nível hidro-aéreo, visível na radiografia ao tórax. A TC pulmonar pode ser necessária em alguns doentes. Os exames laboratoriais a realizar são as hemoculturas e colorações e culturas da expectoração para identificar o microrganismo e a sua etiologia. O tratamento é feito durante 10 a 14 dias com um macrólido como a eritromicina, claritromicina ou azitromicina.

A pneumonia adquirida em meio hospitalar desenvolve-se 48 h após o internamento, apresentando como sintomas a febre, tosse, leucocitose e expectoração purulenta. A transmissão ocorre através das mãos contaminadas dos profissionais de saúde e equipamentos. A radiografia ao tórax apresenta infiltrados pulmonares, mas é o exame microbiológico que permite um diagnóstico definitivo. A broncofibroscopia com lavado bronco alveolares é um dos exames a realizar apresentando uma elevada especificidade. Devido à elevada mortalidade apresentada, o tratamento deve ser iniciado o mais precocemente possível com antibioterapia de largo espectro.

As pneumonias manifestam-se morfologicamente por um de três padrões radiologicamente identificados como:

- ⇒ Pneumonia do espaço aéreo não segmentar ou lobar – os brônquios de maior calibre conservam-se permeáveis - arborização arejada (escura) num fundo claro de condensação, Figura IV.6;

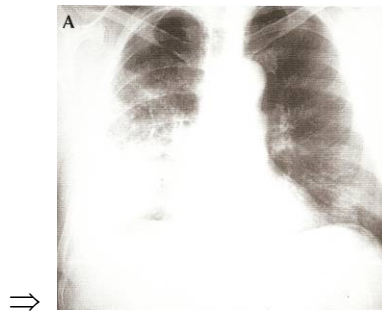


Figura IV.6 Radiografia Tórax revelando pneumonia lobar média (retirado de (Calha, 2003)).

- ⇒ Broncopneumonia ou pneumonia focal ou lobular – apresenta desde pequenas áreas focais de condensação peribrônquica ou perbronquiolar a formas multilobares e bilaterais de condensação, Figura IV.7, (Calha, 2003);

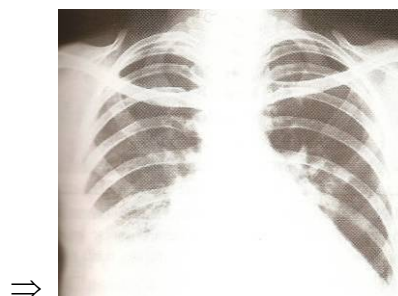


Figura IV.7 Radiografia Tórax onde se observa broncopneumonia direita (retirado de (Calha, 2003)).

⇒ Pneumonia intersticial – padrão reticular ou reticulonodular finamente granular ou mal definido, bilateral e simétrico, Figura IV.8, (Calha, 2003).



Figura IV.8 Radiografia Tórax apresentando pneumonia intersticial (retirado de (Calha, 2003)).

IV.5 Tuberculose

A tuberculose é uma doença granulomatosa com manifestações sistêmicas, causada por organismos do complexo *Mycobacterium tuberculosis*. O *Mycobacterium tuberculosis* é um microrganismo de crescimento aeróbico que se transmite essencialmente por via inalatória, daí o sistema respiratório ser um órgão de eleição, mas este microrganismo pode atingir qualquer órgão.

Em cerca de 90% das pessoas que inalam os bacilos através da aerossolização da expectoração de um doente, que posteriormente atinge o macrófago alveolar, não existe progressão para a doença tuberculosa devido aos mecanismos de imunológicos.

A tuberculose pulmonar (TP) pode ser classificada em primária e pós-primária, consoante o mecanismo de surgimento.

Na TP primária, a progressão da lesão principal ocorre através do foco pulmonar ou ganglionar. Sempre que o foco ganglionar rompe directamente para o brônquio promove a disseminação broncogénica manifestando-se clinicamente como pneumonia tuberculosa. Se ocorrer progressão do foco pulmonar este evolui para necrose traduzindo-se por cavitação, (Kasper, 2006). A infecção localiza-se frequentemente nos lobos médios e inferiores, por norma cura-se espontaneamente, permanecendo um nódulo calcificado. As crianças e adultos imunossuprimidos têm maior probabilidade da infecção progredir rapidamente para doença clínica com cavitação, derrames pleurais e disseminação hematogénica, (Raymundo 2003).

Na TP pós-primária existem dois mecanismos: a reactivação de um foco primário onde o bacilo permaneceu latente e uma nova infecção, isto é reinfecção exógena.

A reactivação de um foco primário surge normalmente em adultos jovens mas pode ocorrer sempre que existir a diminuição das defesas individuais provocada por outra doença, como diabetes, insuficiência renal e serologia positiva para VIH. A reinfecção exógena é mais comum em indivíduos com diminuição da imunidade adquirida aquando da infecção primária e cujos contactos com doentes bacilíferos são frequentes. A tuberculose pós primária caracteriza-se por necrose resultante da destruição secundária ao processo inflamatório, que dá origem a cavidades com grande quantidade de bacilos que se multiplicam em meio extracelular com grande facilidade, as designadas “cavernas”. Normalmente afecta os segmentos apicais e posteriores dos lobos superiores e segmentos superiores dos lobos inferiores, (Raymundo 2003). Clinicamente pode não apresentar qualquer sintoma, mas nos casos que apresentam sintomas estes são diversificados, sendo os mais frequentes a febre vespertina (entre 37 e 38.5° C), suores nocturnos, perda de peso, anorexia, mal-estar, fraqueza, tosse com produção de expectoração purulenta, por vezes hemoptóica com evolução igual ou superior a duas semanas, (Kasper, 2006).

O exame bacteriológico da expectoração com pesquisa de BAAR (bacilos álcool ácido resistentes) em três amostras recolhidas em três dias consecutivos permite a confirmação do diagnóstico. Sendo no entanto a identificação do *Mycobacterium tuberculosis* através da cultura que permite o diagnóstico de certeza, quer na expectoração, secreções brônquicas, liquido pleural ou macerado de biopsias.

Imagiologicamente a tuberculose primária é assintomática nas radiografias pode-se ver infiltrados homogêneos de pequenas dimensões acompanhadas de adenopatias hilares e atelectasias.

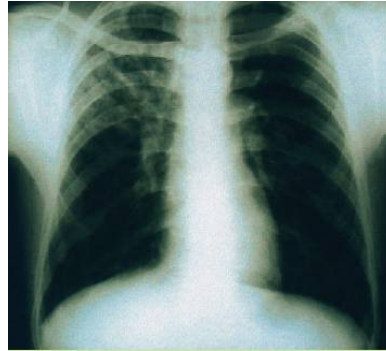


Figura IV.9 Radiografia tórax com lesões cavitadas no lobo superior direito (retirado de (Raymundo, 2003)).



Figura IV.10 TC torácica doente com TP apresentando cavidade rodeada por lesões exsudativas (retirado de (Raymundo, 2003)).

A TP pós-primária apresenta no início da doença lesões caracterizadas por zonas de hipotransparência mais ou menos heterogêneas. Com a evolução da doença podem visualizar-se alterações hipertransparentes que correspondem a cavidades, estas podem ser únicas ou múltiplas, de 5 a 10mm de diâmetro, apresentando paredes finas e rodeadas de lesões exsudativas, Figura IV.9 e IV.10. Pode ainda apresentar-se como um nódulo cujas dimensões habituais são de 0.5 a 4 cm de diâmetro, localizados preferencialmente nos lobos superiores. Estes nódulos podem apresentar calcificações no seu interior, (Raymundo 2003).

O tratamento da tuberculose pulmonar deve ser feito com regime de quatro fármacos: isoniazida, rifampicina, pirazinamida e estreptomicina. A eficácia do tratamento pode ser monitorizada através da avaliação bacteriológica, devendo os doentes devem apresentar uma cultura negativa da expectoração ao fim de 2-3 meses de terapia, (Kasper, 2006).

IV.6 Abscesso Pulmonar

O abscesso pulmonar caracteriza-se por um processo supurativo com necrose do parênquima pulmonar, (Madeira, 1990).

A supuração classifica-se como primária se esta se instalar num pulmão sadio ou secundária se ocorrer como complicação de uma lesão preexistente. O principal factor etiopatogénico do abscesso pulmonar é a aspiração de secreções das vias aéreas superiores, (Madeira, 1990). O abscesso pulmonar primário apresenta como factores predisponentes a desnutrição, alcoolismo, processos dentários e sinusites crónicas, e tem como principal responsável os agente anaeróbicos. O abscesso pulmonar secundário apresenta como etiologia o carcinoma brônquico, as estenoses brônquicas que podem ser inflamatórias, tuberculosas e tumorais; corpos estranhos intrabrônquicos; divertículo ou neoplasia esofágica e êmbolos sépticos, (Moita, 1997).

O abscesso pulmonar primário normalmente é único, apresentando diâmetro entre 2 a 10 cm, a sua localização usual é nos segmentos cujos orifícios brônquicos se encontram numa posição preferencial para a aspiração durante o sono e os estados de inconsciências, como são: segmentos posterior do lobo direito, ápice-posterior do lobo superior esquerdo e superiores dos lobos inferiores, (Madeira, 1990).

A clínica do abscesso pulmonar pode descrever-se em três fases consoante a sua evolução: fase de formação, vómica e supuração aberta.

As manifestações clínicas iniciais costumam ser indolentes, surgindo os primeiros sintomas a uma semana ou mais após a consulta médica, são eles febre, tosse seca, dor torácica, mal-estar geral, perda peso, suores nocturnos, anorexia e hemoptises, (Moita 1997).

A ocorrência de necrose do foco hiperémico com comunicação espontânea para a árvore brônquica provoca o aparecimento de tosse produtiva e purulenta. Se esta comunicação for ampla, a expectoração é abundante, caracterizando a fase vómica e o prognóstico é favorável. Quando a expectoração é fraccionada e intermitente, o esvaziamento do abscesso é mais demorado podendo levar à cronicidade. A expectoração e o hálito são de odor fétido, denunciando a doença, sendo uma característica da presença de germes anaeróbicos, (Madeira, 1990).

A nível radiológico a radiografia PA do tórax revela uma massa nodular única ou múltipla, por vezes cavitadas, e com níveis hidroaéros no seu interior, Figura IV.11. Quando cavitados, o seu contorno interno encontra-se habitualmente regular, a espessura da parede varia entre 5 a 15 mm, (Calha, 2003). O perfil do tórax permite a confirmação da localização do abscesso, (Madeira, 1990).

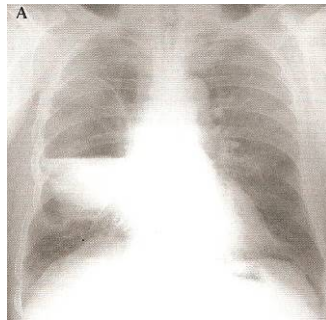


Figura IV.11 Abscesso Pulmonar (retirado de (Novelline, 1999)).

A eficácia do tratamento depende da rapidez de administração dos antibióticos e da adaptação dos antibióticos à flora bacteriana, (Moita, 1997). O tratamento é prolongado, normalmente entre 6 a 8 semanas, sendo bem sucedido em 90% dos casos, (Kasper, 2006).

A terapêutica do abscesso pulmonar consiste em três fases, (Moita, 1997):

- ⇒ Cuidados profiláticos - tratamento dos focos de infecções na boca, evitar aspiração do pus e vômitos durante os comas, anestésias e intervenções cirúrgicas e fazer broncoaspiração quando se suspeita de aspiração de material estranho;
- ⇒ Tratamento médico – antibioterapia;
- ⇒ Tratamento cirúrgico – efectuada raras vezes

IV.7 Bronquiectasias

As bronquiectasias são dilatações e distorções anómalas crónicas dos brônquios causadas pela destruição dos componentes elásticos e musculares das paredes brônquicas, (Sousa, 2003). O brônquio perde assim a sua função, permitindo a retenção de secreções e a infecção crónica, (Madeira, 1990).

Cerca de 30% das bronquiectasias são bilaterais, sendo esta percentagem mais elevada nos doentes com fibrose quística. Os lobos

inferiores são os mais atingidos, sendo o esquerdo cerca de três vezes mais, devido à drenagem brônquica direita ser mais rápida uma vez que existe uma continuidade entre o brônquio principal direito e a traqueia, enquanto no lado esquerdo existe uma discreta compressão do brônquio principal esquerdo pela artéria pulmonar esquerda, e um menor calibre do brônquio esquerdo em relação ao direito.

As bronquiectasias podem ser, consoante a sua forma, (Sousa, 2003):

- ⇒ Bronquiectasias cilíndricas – dilatação uniforme dos brônquios, cujo lúmen distal é interrompido abruptamente, devido ao preenchimentos dos brônquios mais pequenos por muco espesso;
- ⇒ Bronquiectasias varicosas - os brônquios assemelham-se a veias varicosas, dilatadas e irregulares com terminações bulbosas. As subdivisões brônquicas estão reduzidas a cerca de metade do normal;
- ⇒ Bronquiectasias saculares ou quísticas – são as mais graves, o brônquio apresenta-se dilatado com um aspecto de balão, encontrando-se os brônquios mais periféricos destruídos e fibrosados.

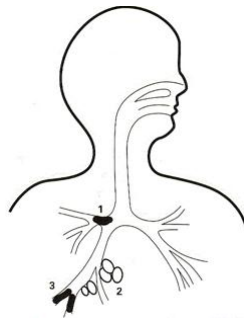


Figura IV.12 Causas de Bronquiectasia: 1 – corpo estranho, 2 – adenopatias, 3 – secreções viscosas (retirado de (Bronquiectasia, 2008)).

As bronquiectasias resultam de uma infecção necrotizante ou de uma sequência de infecções, devidas a obstrução brônquica, anomalias congénitas e processo infeccioso propriamente dito, Figura IV.12, (Madeira, 1990).

Clinicamente as bronquiectasias manifestam-se por tosse com expectoração mucopurulenta abundante, persistente e fétida. As hemoptises apesar de ter vindo a diminuir a sua incidência devido ao uso de antibióticos nas exacerbações, são referidas em 50 a 70% dos doentes, variando o seu volume desde pequenos raios hemoptóicos na expectoração até hemoptises

maciças, (Sousa, 2003). A dispneia é variável dependendo da extensão das lesões, na auscultação podem apresentar roncos e sibilos, (Sousa, 2003). O estado geral dos doentes é normalmente bom a não ser quando já esta estabelecida a insuficiência cárdio-respiratória ou a amiloidose secundária. O hipocratismo digital surge em 2/3 dos doentes principalmente nos casos de doença extensa e de longa evolução, (Agarez, 1997).



Figura IV.13 Radiografia tórax de paciente com bronquiectasias no lobo médio e inferiores (retirado de (Raymundo, 2003)).

A radiografia do tórax apresenta normalmente alterações pouco específicas, sendo os achados radiológicos mais frequentes o aumento do número e dimensão das marcas broncovasculares, Figura IV.13, (Sousa, 2003). As imagens areolares ou em “favo de mel” localizadas, resultantes da fibrose peribronquica e de retenção de secreções no interior das bronquiectasias, são indicadoras de bronquiectasias, (Agarez, 1997). A presença de pequenos níveis de líquido podem indicar a presença de bronquiectasias quísticas e saculares, (Agarez, 1997).

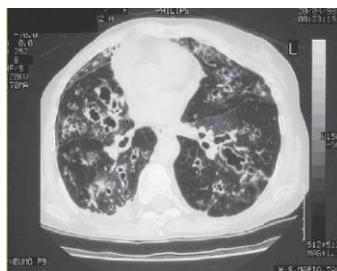


Figura IV.14 TC torácica mostrando bronquiectasias bilaterais (retirado de (Raymundo, 2003)).

A tomografia computadorizada de alta resolução constitui o meio preferencial de diagnóstico. Este meio de diagnóstico permite também avaliar a extensão e gravidade das bronquiectasias com elevada sensibilidade e especificidade, Figura IV.14, (Sousa, 2003).

A endoscopia brônquica é outro exame utilizado para localizar a origem da broncorreia e evidenciar uma eventual causa local, e localizar o segmento responsável pela hemoptise, (Sousa, 2003). O estudo funcional respiratório pode ser normal nos doentes com bronquiectasias, mas pode revelar uma alteração obstrutiva.

O prognóstico e a evolução dependem da extensão das lesões e do espaço afectado. O tratamento permite o alívio sintomático e a prevenção da progressão da doença, englobando por isso medidas dirigidas à situação causal, ao controlo da infecção e medidas de suporte, permitindo assim uma correcta drenagem brônquica e redução de broncoespasmo e das lesões das vias aéreas. A hidratação do doente e a cinesterapia respiratória com drenagem de secreções brônquicas são muito importantes, (Sousa, 2003).

IV.8 Cancro Pulmão

O carcinoma brônquico representa nos Estados Unidos da América cerca de 28% de todas as mortes por cancro. O tabaco é o principal factor etiológico, constituindo ainda factores a exposição ao asbesto, ao éter halógeno, pneumonite intersticial crónica, exposição a arsénio inorgânico, exposição a radioisótopos, poluição atmosférica e exposição a outros metais entre outros factores, (Porrello, 2008).

Segundo a Organização Mundial de Saúde em 1981 os subtipos histológicos do tumores pulmonares são o carcinoma de células escamosas (17%), o carcinoma de pequenas células (25%), o adenocarcinoma (40%) e carcinoma de grandes células (15%), (Porrello, 2008).

O carcinoma epidermóide caracteriza-se por massas, trabéculas e/ou pequenos aglomerados de células poligonais ou escamosas, normalmente invade localmente e tende a crescer mais rapidamente que o adenocarcinoma, apesar de ter menor tendência para metastizar, (Moreira, 1990). É do tipo hilar e surge normalmente a partir dos brônquios segmentares, (Maçanita, 1989).

O carcinoma de pequenas células é formado por massas, ninhos, cordões e/ou infiltrados difusos de células indiferenciadas pequenas, (Moreira, 1990). Este carcinoma é normalmente central e em 2/3 dos casos nasce na

mucosa dos brônquios, apresenta uma metastização precoce, podendo ser as localizações extra-torácicas o primeiro sinal clínico da neoplasia, (Maçanita, 1989).

O adenocarcinoma apresentam focal ou difusamente estrutura acinar e ou papilar com ou sem a presença de muco intra ou extracelular, (Moreira, 1990). A origem dos adenocarcinomas pode ser a região hilar mas frequentemente são periféricos. Este pode surgir na forma de nódulo solitário e é o tipo mais frequente de carcinoma metastático do pulmão, (Maçanita, 1989).

O carcinoma de grandes células é constituído por células malignas indiferenciadas que não se encontra os aspectos histológicos dos outros tipos histológicos, sendo por isso o diagnóstico efectuado por exclusão, (Maçanita, 1989). Este tumor origina-se normalmente em brônquios mais distais, apresentando limites arredondados bem definidos e zonas hemorrágicas ao corte e necrosa mas menos frequentemente que o carcinoma epidermóide.

A sintomatologia do cancro do pulmão encontra-se dependente do crescimento local do tumor, da invasão loco-regional, da metastização sistémica, tipo histológico do tumor e mecanismos imunológicos do hospedeiro. Normalmente, quando se apresenta sintomático o cancro do pulmão é um indicador que o tumor já se encontra numa fase avançada.

Os sintomas mais comuns são a tosse, hemoptises, pieira, dispneia, dor torácica, pneumonia obstrutiva no caso de crescimento central, no caso de crescimento periférico são as dores pleurais, tosse e dispneia, (Maçanita, 1989).

A disseminação intratorácica do cancro do pulmão ocorre normalmente por via directa ou linfática, e os sintomas pelo qual se traduz são normalmente indicadores de que o doente já ultrapassou a fase cirúrgica com fins curativos, Tabela 1.

Tabela 2- Sinais e sintomas por invasão loco-regional (adaptado de (Maçanita, 1989)).

Sinais e sintomas por invasão loco-regional	
Compromisso neurológico	Nervo recorrente laríngeo: - Rouquidão e disfagia
	Nervo frênico: -paralisia do diafragma com dispneia
	Nervo simpático: - Síndrome de Horner
Obstrução vascular	Síndrome veia cava superior e constrição da artéria pulmonar
Compromisso pericárdico ou cardíaco	- Arritmias - Tamponamento - Insuficiência cardíaca
Compromisso pleural	Derrame pleural

Radiologicamente o cancro do pulmão apresenta as seguintes formas de aparência radiológica, (Maçanita, 1989):

- ⇒ Nódulo solitário pulmonar;
- ⇒ Massa;
- ⇒ Atelectasia;
- ⇒ Condensação;
- ⇒ Enfisema;
- ⇒ Derrame pleural;
- ⇒ Elevação da hemicúpula diafragmática;
- ⇒ Alargamento do hilo e ou do mediastino;
- ⇒ Invasão da parede torácica;
- ⇒ Lesão extra-torácica traduzindo metastização cerebral, óssea, hepática;
- ⇒ Osteoartropatia hipertrófica.

Os diferentes tipos de cancro apresentam no entanto características específicas.

O carcinoma epidermóide devido à sua origem predominantemente central revela-se por pneumonia, atelectasia ou alargamento hilar, Figura IV.15.

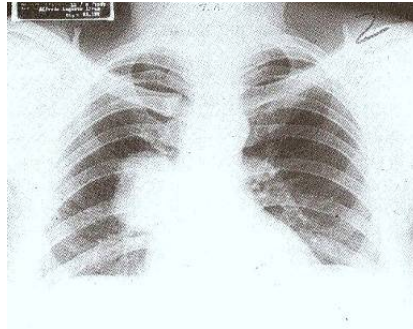


Figura IV.15 Carcinoma epidermóide: massa hiliar direita (retirado de (Maçanita, 1989)).

O adenocarcinoma apresenta nódulos ou massas periféricas e quando sintomático apresenta normalmente envolvimento pleural e ganglionar regional e metástases à distância, Figura IV.16, (Maçanita, 1989).

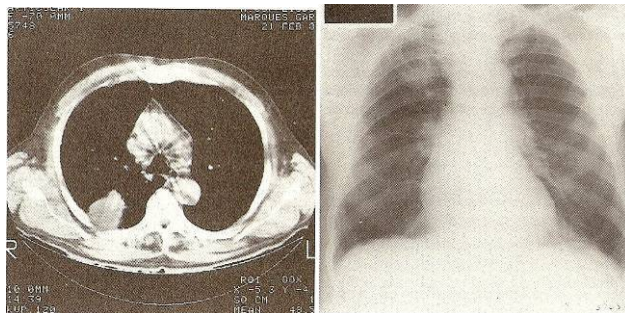


Figura IV.16 Adenocarcinoma do pulmão – lesão nodular do 1/3 superior do hemitórax direito (radiografia tórax – imagem à esquerda); na TC torácica apresenta lesão lobulada localizada na região posterior do hemitórax direito com extensão pleural (imagem à direita) (retirado de (Maçanita, 1989)).

O carcinoma de pequenas células origina-se na árvore brônquica central e apresenta metastização precoce revelando-se por alargamento hilar e mediastínico, derrame pleural e metástases extra-torácicas, Figura IV.17 (Maçanita, 1989).

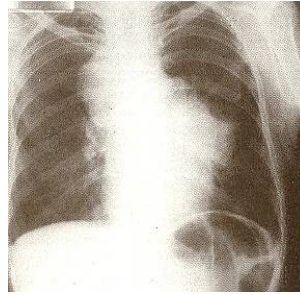


Figura IV.17 Carcinoma pulmonar de pequenas células (retirado de (Maçanito, 1989)).

O carcinoma de grandes células é semelhante ao adenocarcinoma no que se refere aos aspectos radiológicos, mas apresenta massas que traduzem um maior volume tumoral e que necrosam facilmente, Figura IV.18, (Maçanito, 1989).

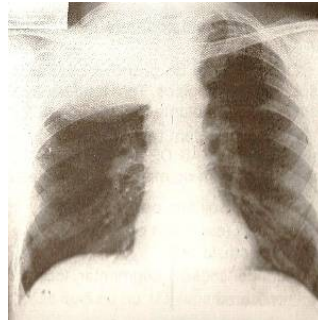


Figura IV.18 Carcinoma de grandes células: volumosa massa situada no 1/3 superior do campo pulmonar direito (retirado de (Maçanito, 1989)).

O carcinoma pulmonar pode apresentar-se sob a forma de nódulo pulmonar solitário que por definição é uma opacidade única do pulmão esférica, elíptica ou oval, com diâmetro máximo de 3 cm, contornos mais ou menos delimitados, normalmente homogêneo e que pode conter ou não calcificações e/ou cavitação, (Pisco, 2003). Este pode traduzir lesões benignas ou malignas. Acima de 3 cm é considerada uma massa que pode cavar em resultado de uma isquemia central, (Pisco, 2003). Os nódulos benignos apresentam-se normalmente mais pequenos, bem delineados e com calcificações, ao contrário dos malignos que são geralmente maiores e apresentam margens mal definidas.

A tomografia computacional é útil para demonstrar as calcificações intranodulares e apresenta como vantagens a maior sensibilidade na demonstração da existência de outros nódulos no pulmão, a melhor definição das lesões

hilares e ou mediastínicas presentes e caracteriza com maior rigor o envolvimento da parede torácica, (Maçanito, 1989).

A utilização da ressonância magnética é limitada para o tórax. Em geral, utiliza-se ressonância magnética somente quando os achados dos tumores do sulco superior e do plexo braquial são confundidos na tomografia computadorizada, (Porrello, 2008)

O diagnóstico do carcinoma pulmonar é fundamentado por achado clínicos, radiológicos e anatomopatológicos. A recolha de material para avaliação anatomopatológica é obtida normalmente através de fibroscopia, citologia do escarro ou punção de biópsia pulmonar, (Moreira, 1990).

O estadiamento de um paciente com carcinoma pulmonar implica a avaliação completa do paciente, de modo a oferecer a terapêutica mais adequada. O sistema TNM, foi promulgado internacionalmente, referindo-se o parâmetro T ao tumor primitivo, sua localização, tamanho e grau de invasão das estruturas adjacentes, o parâmetro N a avaliação dos gânglios linfáticos regionais no que se refere à presença de metástases e uma vigilância de outros órgãos quanto à presença de metástases à distância o parâmetro M.

As regras de estadiamento actual dividem o tumor primário em quatro grupos (T1 a T4), considerando as classificações T1, T2 e T3 como formas ressecáveis e a T4 a lesão habitualmente não ressecável. A tomografia computadorizada aliada à broncoscopia é utilizada para diferenciar as lesões T3 das T4. Apesar do seu alto poder de resolução, o exame falha em mais de 30% dos casos de diagnóstico diferencial entre T3 e T4, devido ao facto das imagens muitas vezes não conseguirem caracterizar a invasão de estruturas mediastinais quando estão muito próximas ao tumor. A ressonância magnética permite a avaliação de invasão da parede principalmente nas suspeitas de invasão de grandes vasos e nos tumores do sulco superior.

O envolvimento linfático é um dos factores prognósticos mais importantes no cancro do pulmão, sendo considerado o principal factor de decisão entre o tratamento cirúrgico e o não cirúrgico nos portadores da doença exclusivamente intratorácica, (Fernandez, 2002).

O estadiamento clássico para os portadores de cancro de pulmão inclui, além da tomografia do tórax, a tomografia de crânio (indica-se um exame de ressonância quando o paciente não pode usar contraste ou quando há lesões

duvidosas na CT), tomografia ou ultra-sonografia do abdómen superior e mapeamento ósseo para a procura de metástases, (Fernandez, 2002).

A abordagem terapêutica do carcinoma do pulmão difere conforme o tipo histológico, o tamanho, a localização, a extensão do tumor e o estado geral de saúde da pessoa. Se este pertencer ao grupo dos carcinomas de pequenas células o tratamento passa pela cirurgia, enquanto se pertencer a outro grupo histológico a quimioterapia é uma das abordagens. Podem ser usados diferentes tratamentos e associações de tratamentos, para controlar o cancro do pulmão e/ou para melhorar a qualidade de vida da pessoa, através da redução dos sintomas. A cirurgia, quimioterapia, radioterapia são alguns desses possíveis tratamentos. Nos carcinomas de não pequenas células a cirurgia é o tratamento mais comum, podendo a radioterapia e a quimioterapia ser utilizadas para atrasar o progresso da doença e para controlar os sintomas. No cancro do pulmão de pequenas células, como metastiza muito rapidamente, o tratamento utilizado normalmente é a quimioterapia de modo a atingir o maior número de células cancerígenas presentes no organismo. O tratamento também pode incluir radioterapia e cirurgia em alguns casos.

IV.9 Sumário

Deste capítulo conclui-se que as patologias pulmonares apresentam uma variedade de características clínicas, fisiológicas e radiológicas que dificultam o diagnóstico preciso e confiável.

A asma é uma doença inflamatória crónica das vias aéreas, radiologicamente pode manifestar-se por hiperinsuflação pulmonar, espessamento das paredes brônquicas e ausência de sombra vascular na periferia pulmonar.

A DPOC é uma doença crónica, responsável pela perda de qualidade de vida, mortalidade e morbailidade crónica é caracterizada por obstrução das vias aéreas devido a bronquite crónica ou enfisema pulmonar. Radiologicamente na DPOC ligeira a radiografia do tórax é normal, podendo com o evoluir da doença apresentar hiperinsuflação, retilinização dos arcos costais e bolhas no parênquima.

A pneumonia é um processo infeccioso, causado por microrganismos, pode ser adquirida na comunidade ou em meio hospitalar, apresentando para cada um características e sintomas diferentes. A radiografia do tórax é determinante no seu diagnóstico.

A tuberculose é causada pelo *Mycobacterium tuberculosis* e consoante o mecanismo de aparecimento ela é classificada em primária ou pós-primária. A primária é assintomática nas radiografias, a pós primária apresenta zonas de hipotransparência mais ou menos heterogêneas, cavidades rodeadas de lesões exsudativas. O tratamento é demorado mas se não houver resistência aos fármacos e passível de ser curada.

O abscesso pulmonar é um processo supurativo com necrose do parênquima pulmonar, radiologicamente manifestada por uma massa nodular, cavitada ou não com níveis hidroaéreos no interior.

As bronquiectasias caracterizam-se por dilatações e distorções anómalas crônicas dos brônquios devido à destruição dos constituintes elásticos e musculares das paredes brônquicas. Radiologicamente é pouco específico, podendo apresentar imagens em favo de mel, um aumento das marcas broncovasculares e níveis líquidos, sendo a TC de alta resolução o meio preferencial de diagnóstico.

O cancro do pulmão continua a ser uma das principais causas de mortes em todo o mundo, sendo o tabaco o principal causador. Existem 4 tipos de carcinomas: epidermóide, de pequenas células, adenocarcinoma e carcinoma de grandes células. A sintomatologia depende do local de crescimento tumoral, da metastatização do tipo de histologia e normalmente quando passa a sintomático já se encontra numa fase avançada.

Radiologicamente o cancro do pulmão pode apresentar várias formas, como: nódulo solitário, massa, atelectasia, enfisema e derrame pleural, entre outras. A radiografia torácica é o exame de primeira instância, sendo seguido de TC. A eficácia dos tratamentos depende da fase em que se encontra o tumor, sendo crucial uma detecção precoce, para uma maior eficácia do tratamento.

Capítulo V SISTEMAS CAD

V.1 Sistemas CAD – Resenha Histórica

Diagnóstico auxiliado por computador (*CAD - Computer aided diagnosis*) é definido como um diagnóstico realizado por um radiologista que utiliza o resultado da análises quantitativas automatizadas de imagens radiográficas como uma segunda opinião para a tomada de decisões diagnósticas, (Marques, 2001).

A ideia da utilização de um sistema computacional para auxílio no diagnóstico teve o seu início durante os anos 60. Em 1964, Meyers propôs um sistema para a determinação automática da razão cardio-torácica em radiográficas do tórax e em 1967, Winsberg criou um sistema para a análise automática de mamografias, através de análise automática utilizando comparação bilateral, (Marques, 2006). O objectivo destes dois sistemas era a substituição do radiologista por sistemas computacionais, propondo o conceito de “diagnóstico automatizado”.

Apesar das tentativas realizadas nos anos 60, só nos anos 80 se firmou uma linha de pesquisa na área de Diagnóstico auxiliado por computador (CAD), com objectivos distintos dos originais, uma vez que o computador seria utilizado apenas como uma ferramenta para a obtenção de informação adicional, ficando o diagnóstico final sempre a cargo do radiologista. Este tipo de investigação iniciou-se nos laboratórios Rossmann, na Universidade de Chicago, (Doi, 2005).

O objectivo de um sistema CAD é melhorar a qualidade e produtividade no trabalho dos radiologistas, melhorando a exactidão e a consistência de diagnósticos radiológicos. Outro objectivo é a redução do tempo de leitura e análise das imagens.

A análise do radiologista na observação de imagens radiográficas, é uma análise subjectiva, podendo ser influenciada por uma variedade de circunstâncias, como são a baixa qualidade da imagem, sobreposição de estruturas, natureza subtil do achado radiográfico, cansaço visual ou distração. A proposta dos sistemas CAD é funcionar como um segundo radiologista, aumentando desta forma a sensibilidade do diagnóstico.

Os sistemas CAD podem ser aplicados a todas as modalidades de obtenção de imagem médica, incluindo radiografia convencional, tomografia computadorizada, ressonância magnética, ultrassonografia e medicina nuclear. Estes sistemas podem também ser desenvolvidos para todas as partes do corpo, apesar de as principais áreas de desenvolvimento terem sido até hoje a mama, para a detecção precoce de cancro, o tórax, para detecção de nódulos pulmonares, lesões intersticiais e pneumotórax, e angiografia, para análise quantitativa de estenoses de fluxo sanguíneo.

Em 1993, durante uma reunião anual da sociedade radiológica da América do Norte (RSNA) foi dada a possibilidade aos radiologistas de testarem um sistema CAD para a detecção de microcalcificações em mamografias, utilizando um digitalizador de películas e um computador, sendo os resultados deste teste informal muito promissores, (Doi, 2007).

Entre 1996 e 2001, foram realizados estudos do desempenho do observador com um grande número de participantes durante as reuniões da RSNA, para a detecção de lesões em radiografias torácicas, com e sem a ajuda de sistemas computacionais, sendo comprovada a utilidade dos sistemas CAD, (Doi, 2007).

Em Junho de 1998, o *Food and Drug Administration* (FDA), dos Estados Unidos, aprovou o *ImageChecker M1000* (*R2 Technology*, Los Altos, Califórnia) como um sistema de auxílio à detecção para mamografia.

A *Deus Technologies* recebeu a aprovação da FDA em Julho de 2001 para o sistema CAD *RapidScreen RS* utilizado em radiografias torácicas PA. A *Riverain*, anteriormente *Deus Technologies*, recebeu a aprovação para o modelo *RapidScreen RS-2000D*, este pretendia reduzir o número de falsos-positivos por imagem, (CIGNA, 2008).

Em Julho de 2004 a FDA aprovou o sistema *ImageChecker® CT CAD software System model LN-1000*, da *R2 Technology*, que usa os detectores multicorte na CT torácica.

O sistema CAD, *syngo® Lung CAD*, da Siemens, obteve a aprovação da FDA em 2006, sendo este um sistema para a detecção do nódulo solitário do pulmão em tomografia computadorizada, (Siemens, 2006).

A *Philips Medical Systems* apresentou no Congresso Europeu de Radiologia em 2007. O *Philips XLNA Enterprise* é um *software* CAD para imagens de radiografias torácicas, (eHealths, 2007).

Em 2007, a *Riverain* recebeu a aprovação por parte da FDA, para a alteração do nome e algumas características do *RapidScreen RS-2000D*. Este passou a ser comercializado com o nome *OnGuard™*, (CIGNA, 2008).

Em 2008, existem estudos segundo (Gould, 2008) que demonstram sistemas CAD para mamografia, com 100% sensibilidade para detecção de microcalcificações e 91% de sensibilidade para massas malignas.

V.2 CAD

Os sistemas CAD utilizam técnicas provenientes de duas áreas do conhecimento: Visão Computacional e Inteligência Artificial, (Marques, 2001).

A Visão Computacional, como o nome pressupõe, envolve o uso de um computador para a extração de propriedades de uma imagem em formato digital.

O processamento da imagem para realce e segmentação das lesões é a primeira etapa da Visão Computacional, (Marques, 2001). A segmentação subdivide a imagem em partes e emprega as propriedades elementares de descontinuidade dos níveis de cinza para a segmentação através de orlas de intensidade, fronteiras e linhas ou de similaridade destes para a separação de regiões que apresentam determinada região em comum.

O resultado da segmentação é um conjunto de objectos que permite uma descrição da imagem digitalizada por meio da quantificação de determinadas propriedades. Técnicas comuns de processamento são a filtragem baseada na análise de Fourier, a transformada “Wavelet”, filtragem morfológica e técnicas de imagem-diferença. A técnica imagem-diferença é utilizada, por exemplo, para o realce de microcalcificações e nódulos mediante supressão das estruturas de fundo da imagem, causadas pela anatomia normal da mama. A Figura V.1, mostra a segmentação de uma região de interesse de uma mamografia digitalizada, utilizando uma combinação do método de “*stretching*”

(técnica de imagem-diferença) e um método de “*thresholding*” (ou linearização do histograma) local adaptativo.

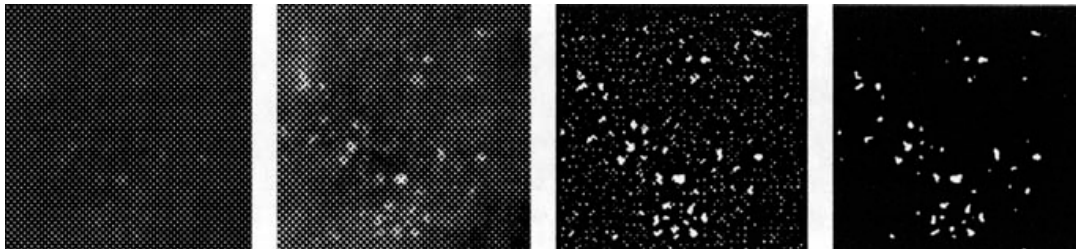


Figura V.1 Exemplo de segmentação de imagem: A) Região de interesse contendo um agrupamento suspeito de microcalcificações, B) Imagem após “stretch”, C) Imagem-diferença, D) Imagem segmentada (retirado de (Marques, 2001)).

A etapa seguinte, depois do realce e processamento, envolve a quantificação de atributos da imagem, como por exemplo: o tamanho, contraste e forma do objectos constituintes. Estes atributos podem ou não ser compatíveis com a visão humana, mas principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento dos sistemas de CAD, torna-se mais útil a definição de atributos de imagem que já tenham sido reconhecidos e descritos subjectivamente pelos radiologistas, (Marques, 2001).

Os atributos são normalmente quantificados segundo propriedades métricas, topológicas e de textura dos objectos. As propriedades métricas que podem ser utilizadas na descrição de formas são área, perímetro, razão de delgadeza (relação entre a área da figura e o perímetro ao quadrado) e a razão de aspecto. As propriedades topológicas, ao contrário das métricas, não são modificadas por deformações do tipo alongamento ou contracção do plano imagem, não envolvem noções de distância e normalmente são o número de elementos conectados e o número de “buracos” existentes na figura. A textura é “uma característica representativa da distribuição espacial dos níveis de cinza dos *pixels* de uma região” (IEEE standard 6104-1990); isto é, é um valor calculado a partir da imagem de um objecto, que quantifica algumas características da variação dos níveis de cinza desse objecto, sendo independente da posição, orientação, tamanho, brilho e forma do objecto, (Marques, 2001).

A Inteligência Artificial utiliza o computador para o processamento de dados, com vista á distinção entre padrões normais e anormais, a partir dos atributos extraídos das imagens. As técnicas utilizadas incluem métodos para a

selecção de atributos, como os baseados na separabilidade entre as distribuições de probabilidades das classes e algoritmos genéticos e classificadores, como os baseados em técnicas de análise discriminante, sistemas especialistas baseados em regras específicas, métodos estatísticos e redes neurais artificiais, (Marques, 2001).

Os sistemas CAD têm dois tipos de aplicação: auxílio à detecção e auxílio ao diagnóstico.

Os sistemas de auxílio à detecção têm sido desenvolvidos principalmente para imagens de tórax e de mama.

As microcalcificações da mama, estão presentes em 30 a 50% dos casos de cancro da mama, detectados por meio de mamografia e 26% dos casos de cancro não palpável da mama apresentam nódulos e microcalcificações, (Giger, 1999). Devido a estes dados, a maioria dos sistemas de auxílio ao diagnóstico em mamografia é voltada para a detecção de nódulos e microcalcificações.

A radiografia do tórax apresenta uma enorme variedade de patologias possíveis, sendo a sua detecção um dos objectivos dos sistemas CAD. Estes sistemas utilizam métodos de processamento para realce das imagens originais, como são a subtracção de dupla energia e temporal e esquemas para a detecção automatizada de padrões suspeitos, como lesões intersticiais, nódulos, pneumotorax, assimetrias torácicas e cardiomegalia.

A detecção de pequenos nódulos é um dos aspectos importantes no diagnóstico e tratamento do cancro do pulmão, esta detecção muitas vezes não ocorre devido a sobreposição de estruturas torácicas, como são as costelas, brônquios e os vasos sanguíneos.

Os sistemas para a detecção de nódulos pulmonares têm como intuito básico a distinção de opacidades focais anormais do fundo anatómico complexo da radiografia do tórax, tendo por propósito chamar a atenção do radiologista para a região suspeita, (Marques, 2001).

Os sistemas de auxílio ao diagnóstico pretendem, após a detecção da lesão, ajudar na distinção entre lesões benignas e malignas, utilizando atributos extraídos e quantificados de forma automatizada e também por radiologistas.

O desenvolvimento de métodos de auxílio à classificação, baseados na extracção e quantificação automatizada exigem que inicialmente sejam

definidos quais os atributos que são clinicamente significativos e depois estabelecidos os métodos para a sua extracção e quantificação.

Os índices de desempenho utilizados na avaliação de sistemas de auxílio ao diagnóstico são variados. Um dos mais utilizados é a análise da característica de resposta do observador (ROC), que foi introduzida no contexto das imagens médicas por Swets e Metz, (Metz, 1986).

A análise por curva ROC é fundamentada na teoria de detecção de sinal. A tarefa do observador (ou sistema automático) consiste na apresentação de imagens contendo ou não uma anormalidade presente. Para a análise da performance num teste de diagnóstico, a curva ROC coloca a fracção de verdadeiro-positivo (sensibilidade) contra a fracção de falso-positivo (especificidade) para toda a faixa de resultados possíveis para o teste.

A análise da curva ROC baseia-se na premissa de que o método de decisão do observador pode ser regulado por uma variável aleatória que se ajusta a um modelo bi-normal, Figura V.2. As funções de densidade de probabilidade desta variável para as duas hipóteses (presença de anormalidade e ausência de anormalidade) são consideradas normalmente distribuídas. Estas distribuições sobrepõem-se e um limiar de decisão (“*threshold*”) irá sempre envolver um compromisso entre os resultados falsos - positivos (não existe anormalidade, mas o observador indica que existe) e falsos – negativos (existe anormalidade, mas o observador indica que não existe), a menos que as condições de teste sejam perfeitas, (Marques, 2001). Uma mudança no limiar irá causar mudanças na especificidade e sensibilidade do teste.

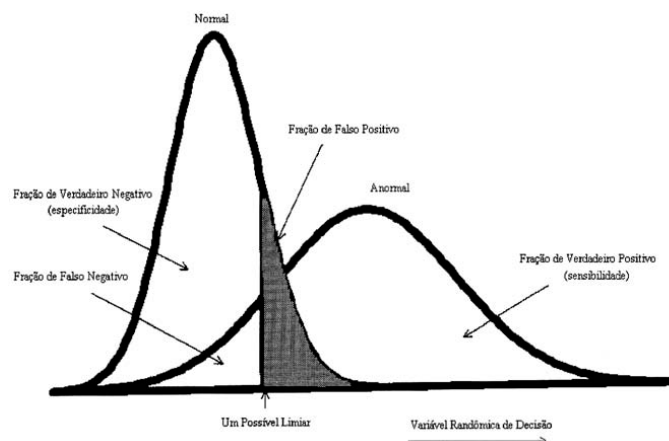


Figura V.2 Modelo bi-normal de distribuição de probabilidade para a análise por curva ROC (retirado de (Marques, 2001)).

Os observadores humanos, assim como os sistemas CAD, actuam em pontos ao longo da curva ROC. Os pontos de operação sobre a curva (sensibilidade *versus* especificidade) mudam de acordo com os valores de custo atribuídos aos resultados falsos-positivos ou falsos-negativos.

No processo de avaliação dos sistemas CAD, são consideradas as seguintes características: os parâmetros de aquisição da imagem digital, as características da base de dados utilizada para o treino e teste dos algoritmos, assim como a comparação entre métodos e a determinação da viabilidade de aplicação clínica, (Marques, 2001).

V.3 Exemplos de Sistemas de CAD

Desde 1998, ano em que a FDA aprovou o primeiro sistema CAD, muitos outros sistemas foram desenvolvidos e aplicados para a detecção de lesões pulmonares. Em seguida serão enumerados vários sistemas CAD existentes. Para cada um é descrito resumidamente o modo de funcionamento e enumeradas as características principais.

V.3.1 RapidScreen TM RS- 2000

O *RapidScreen* foi desenvolvido pela *Deus Technologies*, LLC. e aprovado pela FDA em Julho de 2001, (FDA, 2001). Este é um sistema de detecção assistido por computador utilizado para identificar e marcar regiões de interesse em radiografias torácicas PA. Uma das características deste sistema é a capacidade para detectar nódulos solitários de 9 a 30 milímetros de tamanho, ou seja detecção precoce de nódulos.

O algoritmo principal do *RS-2000* apresenta as seguintes características, (FDA, 2001):

- Uso de 87 propriedades e parâmetros cancerígenos e não cancerígenos derivados da informação clínica e da imagem;
- Uso da aproximação da análise multidefinição, detector de tamanho e contraste;

- Uso do processo de classificação “*patent-pending multi-stage*”, que inclui réguas de decisão heurística, rede neural artificial e a lógica distorcida para a classificação exacta

O sistema *RS-2000* compreende, entre outros elementos, um processador, um *display* e impressora.

O processo de diagnóstico assistido inicia-se na introdução da radiografia do tórax no digitalizador de película, utilizando-se o teclado ou o código de barras para introduzir a identificação da película. O *CCD* digitaliza a película e os algoritmos *RS-2000* procuram características associadas geralmente ao cancro do pulmão. O sistema classifica os resultados e as probabilidades e marca as regiões acima de um determinado valor de probabilidade.

Este sistema detectou 66% dos cancros totais, com 9.5 a 27.5 mm de tamanho e 68% dos cancros entre 9.5 a 15 mm, (FDA, 2001).

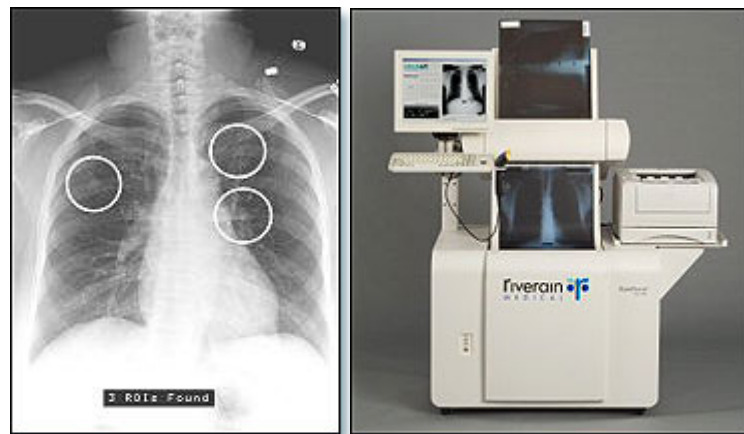


Figura V.3 *RapidScreen TM RS – 2000* (retirado de (Riverain, 2001)).

V.3.2 *ImageChecker® CT CAD*

O sistema *ImageChecker® CT CAD software System model LN-1000*, da *R2 Technology*, foi aprovado em 2004 pela FDA, Figura V.4.

Este sistema foi o primeiro sistema CAD a ser aprovado para ser usado em TC pulmonares com multi-detector e foi considerado produto do ano pela *Frost & Sullivan Medical Imaging Product*, (R2, 2004).

Os exames MDCT provocaram um aumento das imagens obtidas durante uma TC, o que requer uma maior quantidade de tempo para a leitura e

interpretação das mesmas. O sistema *ImageChecker CT* utiliza propriedades dos algoritmos considerados para examinar as TC em três dimensões, e detecta e destaca automaticamente os possíveis nódulos pulmonares.

O sistema *ImageChecker CT* apresenta características como navegação sem esforço e a utilização de um mapa distintivo do pulmão, permite ainda a possibilidade de obter medidas volumétricas exactas automáticas e reproduzíveis em 2D e 3D, minimizando assim a variabilidade do utilizador. Permite também uma visualização 3D do nódulo e da anatomia adjacente e segmentação da parede torácica, (R2, 2004).

Este sistema CAD descrito apresenta como uma das vantagens a capacidade de detecção de nódulos pulmonares entre 4 a 30 mm de diâmetro, (Kaiser, 2004)

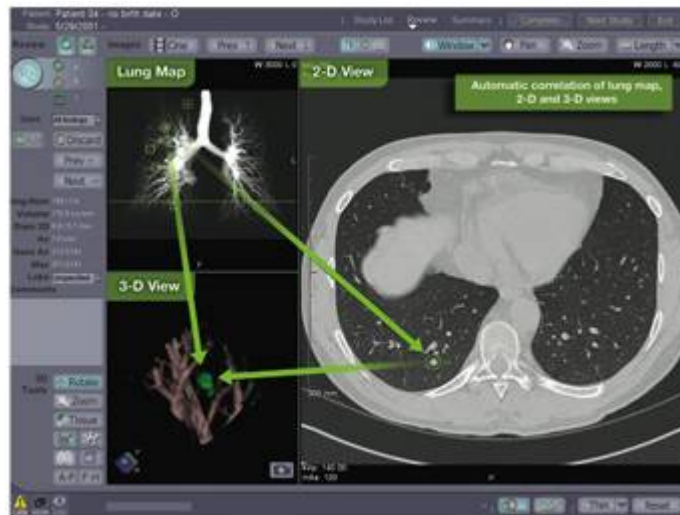


Figura V.4 Sistema *ImageChecker CT* (retirado de (R2, (2004)).

V.3.3 Syngo Lung CAD

Em 2006, a *Siemens Medical Solutions* obteve a aprovação da FDA, para o sistema *Syngo Lung CAD*, um sistema criado para auxiliar o radiologista na detecção de nódulo solitário do pulmão em TC do pulmão, (Malvern, 2006), Figura V.5. Em 2003 foi lançado o *Syngo Lung CAD with NEV (nodule enhanced view)*, que em 2006 estava instalado em 500 locais por todo o mundo. O *NEV* é uma ferramenta automatizada do leitor para a identificação de nódulos do pulmão, que apresenta ferramentas automáticas de medida de

tamanho exacto do nódulo, uma lista automática do marcador da lesão com as ferramentas intuitivas, e uma visualização avançada, Figura V.6.

Este sistema CAD pretende melhorar a exactidão da detecção de nódulos solitários do pulmão para melhor a confiança no diagnóstico. Para tal, apresenta como características a detecção automática de nódulos solitários do pulmão, com 3 a 10 mm de tamanho, cobre todos os contornos e as posições e permite a detecção com e sem realce de contraste intravenoso.

A sensibilidade é de 59.5% para nódulos maiores ou iguais a 3 mm e 68.3% para nódulos maiores ou iguais a 4 mm. Apresenta uma baixa taxa mediana de falso-positivo de 2 por estudo. Apresenta um aumento médio na área sob a curva de ROC de 0.783 a 8.821. Este sistema permite ainda o seguimento de nódulos detectados em exames anteriores, (Siemens, 2006).

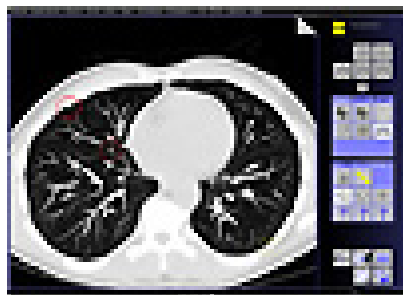


Figura V.5 Syngo Lung CAD (retirado de (Siemens, 2006)).

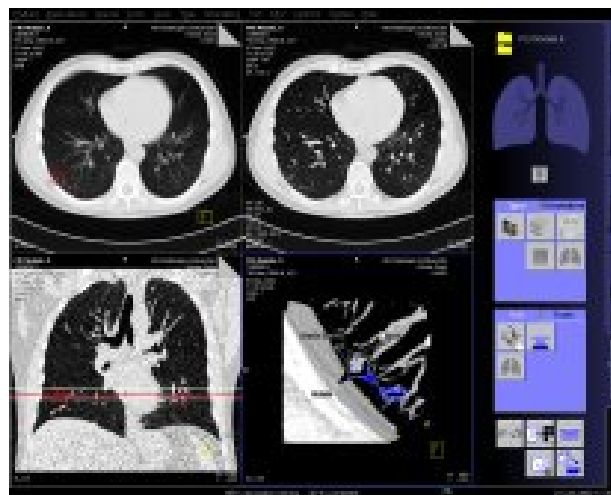


Figura V.6 Syngo LungCARE CT with NEV (retirado de (Siemens, 2006)).

V.3.4 Philips xLNA Enterprise

A *Philips* disponibilizou este sistema no primeiro trimestre de 2007, nos Estados Unidos, China e Europa, (PSA, 2006).

Este *software* tem o potencial transformar cada raio X num sistema de alarme eficaz na detecção de nódulos do pulmão numa fase inicial. O sistema permite igualmente que os radiologistas adicionem interactivamente comentários e medidas complementares a cada potencial nódulo marcado do pulmão. Estas capacidades realçadas, especificamente na detecção de nódulos pequenos entre 5 a 15 mm no diâmetro, pretendem levantar a confiança diagnóstica e melhorar a qualidade do cuidado, (eHealth, 2007).

A *Philips xLNA Enterprise* apresenta como características e vantagens, (Philips, 2008):

- Fornece oportunidade de encontrar nódulos inesperados no pulmão na rotina diária;
- Melhora a taxa de detecção dos nódulos pequenos (5 a 15 mm) até 80% comparado a 35 a 65% sem o auxílio deste sistema;
- Realça a confiança diagnóstica e ajuda a fornecer a melhor qualidade no apoio ao diagnóstico;
- Apresenta ferramentas inteligentes em tempo real, interactivas e fácil uso para auxílio do radiologista;
- Permite a integração de uma estação *PACS* sem integração de código-nível ou instalação de *software* adicional;
- Apresenta um conjunto de ferramentas de visualização da imagem com múltiplas modalidades de visionamento;
- Realça o nódulo detectado;
- Apresenta mecanismo para que o médico execute a marcação e selecção da lesão;
- Executa a geração automática de relatório clínico no médico;
- Permite que os médicos coloquem notas e a assinatura digital;
- Fixa o relatório com selo de tempo.



Figura V.7 Sistema Philips xLNA Enterprise (retirado de (Philips, 2008)).

V.3.5 On Guard

OnGuard, o mais recente produto da *Riverain* foi aprovado em 2007, pela FDA e está indicado para identificar regiões de interesse (ROI) em películas radiográficas do tórax, figura V.8, (CIGNA, 2008).

Este sistema tem capacidade para detecção de nódulos de 9 a 30 mm, e permite uma conectividade universal com o PACS.

A natureza compreensiva do algoritmo *OnGuard* direcciona as capacidades de revisão de imagens para aquelas regiões de interesse garantindo a atenção do médico para que possa rapidamente rever casos com total confiança, (Riverain, 2008).

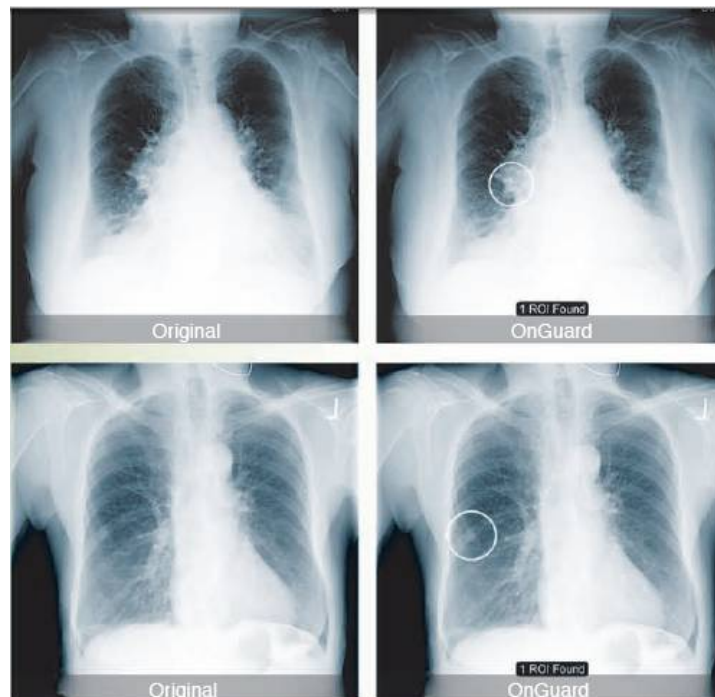


Figura V.8 Sistema *OnGuard* (retirado de Riverain (2008)).

V.3.6 LMS/Lung

O sistema *LMS lung* da *Median Tech.* Aprovado em 2007 pela FDA, é uma aplicação clínica, com o objectivo de ajudar os radiologistas a detectar, avaliar e acompanhar as lesões identificadas na TC.

Como características apresenta segmentação 3D das lesões pulmonares com o cálculo automático do seu volume e diâmetro, fornecendo ainda a possibilidade de medição e marcação manualmente, (Median, 2008).

A *Median* apresenta dois produtos o *LMS-Lung/CAD* e o *LMS-Lung/Track*. O primeiro destaca automaticamente zonas com densidade semelhante à densidade de nódulos e lesões pulmonares. Este sistema apresenta dois modos de leitura, possibilitando a sua escolha ao radiologista. No primeiro modo o sistema é visto como um “concorrente” e os resultados do CAD são mostrados logo na primeira leitura; no segundo modo, o radiologista realiza a primeira leitura da imagem sem o CAD e só na segunda leitura aparecem os resultados com o CAD.

O *LMS-Lung* gera automaticamente relatórios completos e abrangentes, com a informação sobre o paciente e aquisição, a integração de todas as características que confirmam a lesão, a integração de “*snapshots*” para uma melhor ilustração dos resultados, o relatório é automaticamente enviado pelo *PACS* e permite a sua impressão ou armazenamento no *DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)*.

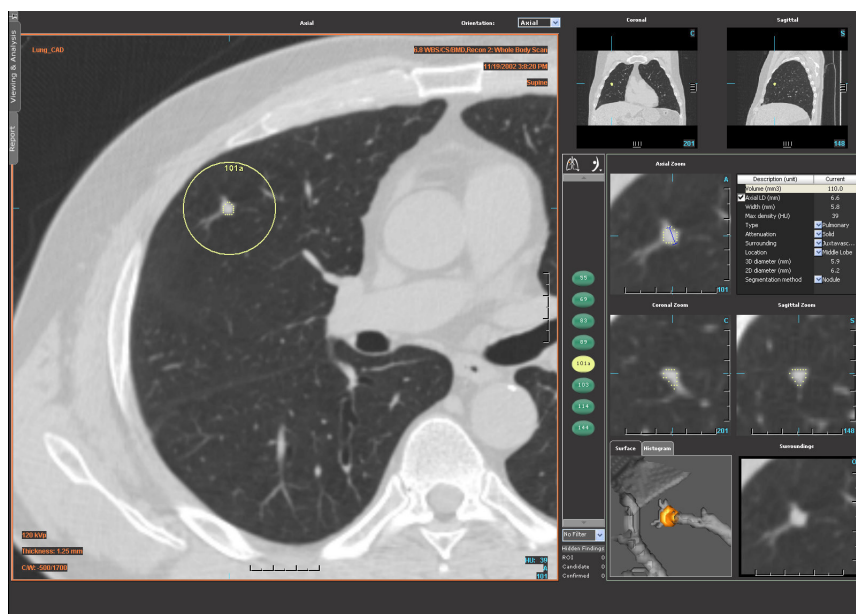


Figura V.9 *LMS-Lung/Track* (retirado de (Median (2008))).

A segunda opção do *LMS-Lung* é o *LMS-Lung/Track*, este sistema é um sistema de seguimento de uma lesão, pois permite a comparação dos dois exames de um mesmo paciente, sincronizando as imagens e fazendo o emparelhamento do pulmão, dos nódulos e outras lesões existentes, tendo em conta as diferenças de respiração e parâmetros de aquisição. O cálculo do diâmetro, volume e tempo de duplicação dos nódulos pulmonares também é possível de ser calculado com este sistema CAD, (Median, 2008).

Este sistema permite uma rápida comparação dos dois exames e visualizar a evolução das lesões, permitindo um ganho de tempo.

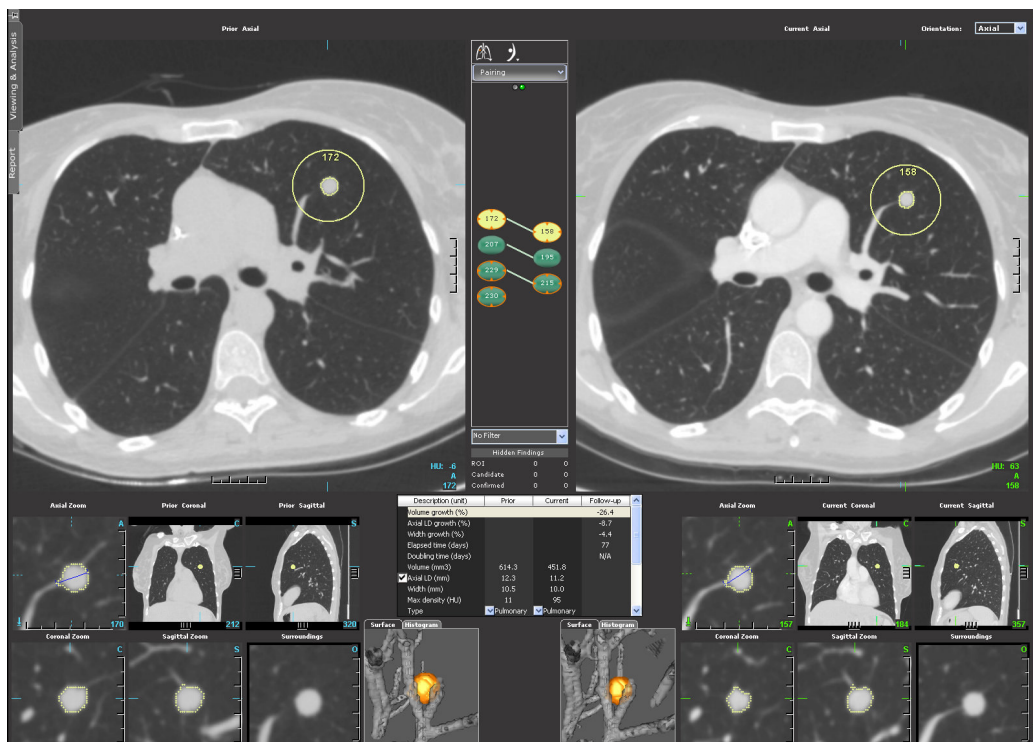


Figura V.10 *LMS-Lung/Track* (retirado de (Median, 2008)).

V.4 Sumário

Os sistemas CAD são aplicações computacionais que apresentam como objectivo auxiliar o médico na interpretação de imagens e na elaboração de um diagnóstico. Como foi descrito no capítulo III, existe uma grande variedade de padrões radiológicos nas doenças pulmonares, muitos dos quais de difícil detecção, daí a importância de um sistema que ajude na detecção das lesões, fornecendo ao médico radiologista uma segunda opinião.

Os sistemas CAD utilizam técnicas provenientes da Visão Computacional e da Inteligência Artificial.

Este capítulo fez um apanhado dos diversos sistemas de CAD existentes no mercado, nomeadamente para patologia pulmonar.

O primeiro sistema CAD pulmonar foi desenvolvido em 2001 para radiografias torácicas e permitia a detecção de nódulos com tamanhos de 9 a 30 mm.

Em 2004, surge o primeiro sistema CAD para TC, este apresenta características como a navegação sem esforço, a possibilidade de obter medidas volumétricas exactas da lesão e visualização 3D. A capacidade de detecção de nódulos era de 4 a 30 mm.

Em 2006, a *Siemens* lança um sistema CAD para TC, que permitia a detecção de nódulos com 3 a 10 mm de tamanho e a detecção poderia ser efectuada com ou sem realce de contraste intravenosos.

Em 2007, várias empresas lançam sistemas CAD. Entre elas está a *Philips*, que desenvolveu um sistema CAD para radiologia convencional do tórax, que permitia a colocação de comentários interactivos nas imagens, por parte dos médicos, integração do sistema *PACS* sem instalação de *software* adicional, geração de relatório clínico automático e permitia a detecção de nódulos entre 5 a 15 mm.

A *Riverain* também lançou um sistema para radiologia convencional, que permitia a detecção de nódulos de 9 a 30mm.

A *Median*, recebeu igualmente a aprovação da FDA, para um sistema CAD para avaliar lesões em TC. Este sistema apresenta duas opções, uma permite a detecção automática de lesões nodulares, gerando automaticamente o relatório, com a integração de todas as características que identificam a lesão e possibilidade de integração com o sistema *PACS*. A outra opção deste sistema é um sistema de seguimento da lesão, permitindo a comparação de exames, permitindo emparelhamento do pulmão e lesões.

Capítulo VI CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

VI.1 Conclusões Finais

Patologias pulmonares como a DPOC, tuberculose, asma, e principalmente o cancro do pulmão, apresentam uma elevada taxa de morbilidade, de perda de qualidade de vida e, no caso do cancro do pulmão, uma elevada taxa de mortalidade.

Cerca de 70% dos pacientes com cancro do pulmão do tipo pequenas células são detectados com a doença em estado avançado, desses apenas 30% apresentam a doença limitada ao tórax. Estes dados reafirmam a necessidade de uma detecção precoce do cancro do pulmão.

Técnicas como a radiologia convencional, tomografia computadorizada e ressonância magnética são essenciais na detecção e no diagnóstico das lesões nodulares. A radiologia convencional é a primeira modalidade a ser efectuada pelo doente, é por isso importante uma correcta e atenta visualização dos achados radiológicos, que nem sempre são claros.

A tomografia computadorizada (TC) é realizada para comprovar o diagnóstico e esclarecer a extensão das lesões e exclui a hipótese de metástases no resto do corpo. Esta técnica pode servir como guia de biopsia pulmonar, orientando para as zonas de pulmão que poderão fornecer o diagnóstico.

O desempenho do observador humano, neste caso o radiologista, pode ser influenciado por uma variedade de circunstâncias, que incluem a fadiga, distrações, *stress* emocional, e pode deixar passar uma lesão pulmonar. Para superar esta possível falha humano, foram desenvolvidos sistemas CAD.

Os sistemas CAD são definidos como sendo um diagnóstico efectuado pelo radiologista que usa o resultado de análises quantitativas automatizadas de imagens como uma segunda opinião. O objectivo deste sistema é melhorar o diagnóstico e a consistência da interpretação da imagem analisada, utilizando para tal o sistema computacional como referência.

Nos últimos dez anos têm-se assistido a um considerável desenvolvimento dos sistemas CAD para o tórax. Existindo no mercado vários modelos. O *LMS/Lung* da *Median Tech.*, e o *Philips xLNA Enterprise* são dois dos modelos mais recentes, o primeiro utilizado em TC e o sistema da *Philips*

desenvolvido para a radiologia convencional, ambos com total possibilidade de integração de sistema PACS.

O futuro dos sistemas CAD apresenta como uma das metas a redução dos falsos-positivos, para isso irá contribuir o avanço dos sistemas computacionais, das técnicas de visão computacional, os avanços na inteligência artificial e a melhoria da sensibilidade de detectores radiológicos.

VI.2 Perspectivas Futuras

A presente Monografia pretende servir como pesquisa introdutória para a Dissertação associada, tendo-se procurado neste trabalho examinar o estado da arte dos sistemas de CAD, particularmente os desenvolvidos para patologias pulmonares.

O trabalho seguinte passará por um estudo comparativo e mais aprofundado sobre as características dos sistemas CAD actualmente existentes, de modo a conseguir identificar qual o melhor sistema para detectar lesões nodulares pulmonares. O desenvolvimento de novas metodologias para detecção e análise patologias pulmonares em imagens será também um dos objectivos principais a considerar no trabalho futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarez, M., Sotto-Mayor & Santos, M.L. (1988). Bronquiectasias e Fibrose Quística. In M. Freitas e Costa, *Pneumologia na Prática Clínica* (pp. 295- 323). Lisboa: Clínica de Doenças Pulmonares Faculdade De Medicina de Lisboa e Centro de investigação CNL₃ – INC.
- Arrobas, Ana Maria (2003). Asma - Formas clínicas, diagnóstico e diagnóstico Diferencial. In M. J. Gomes, R. Sotto Mayor, *Tratado de Pneumologia* (Vol. I). Lisboa: Permanyer Portugal.
- Barbara, Cristina (2003). DPOC - Patogenia e fisiopatologia. In M. J. Gomes, R. Sotto Mayor, *Tratado de Pneumologia* (Vol. I). Lisboa: Permanyer Portugal.
- Bontrager, K. (1997). *Tratado de técnica radiológica* – 4ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan.
- Bronquiectasia (2008). Bronquiectasia consultado em 8 de Agosto de 2008 em: www.bronquiectasia.com
- Bushong, S. (2004). *Radiologic science for technologists physics, biology and protection* (8ª ed.). Mosbey.
- Calha, J. (2003). Tomografia computadorizada. In Pisco, J., *Imagiologia Básica* (pp. 31-38). Lisboa: Lidel.
- Calha, J.; Castaño, João; Pisco, João (2003) “Imagiologia Básica”. Lidel.
- Carvalho, Aurora (2003). DPOC – Clínica e Tratamento. In M. J. Gomes, R. Sotto Mayor, *Tratado de Pneumologia* (Vol. I). Lisboa: Permanyer Portugal.
- Casa Museu Egas Moniz (2006) Bibliografia Egas Moniz consultado em 6 de Agosto de 2008 : <http://museuegasmoniz.cm-estarreja.pt>.
- Castaño, J. (2003). Ressonância magnética. In Pisco, J., *Imagiologia Básica* (pp. 39-42). Lisboa: Lidel.

- Doi, K (2005). Current status and future potential of computer-aided diagnosis in medical imaging. *The British Journal of Radiology*, 78 (2005), S3–S19
- Doi, K. (2007). Computer Aided Diagnosis in Medical Imaging: History Review, Current Status and Future Potential. *PubMed* 31(4-5): 198-211
- eHealth (2007). Philips at the European Congress of Radiology 2007. consultado em 25 de Agosto de 2008 em eHealthNews: <http://www.ehealthnews.eu/content/view/470/26/>.
- FDA (2001). Food and Drug Administration. Consultado em 10 Setembro de 2008 em: www.fda.gov.
- Fernandez, Ângelo (2002). Diagnóstico e estadiamento do câncer de pulmão. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 28 ed., 4 – jul- ago.
- Gil, V.; Geraldês, C. (1987). *R.M.N. – Fundamentos métodos e aplicações*. Fundação Calouste Gulbenkian – Oficinas Gráficas de Coimbra.
- Ginneken, B. (2001). *Computer Aided Diagnosis in Chest Radiography*. Holanda: Bram van Ginneken.
- Haaga, J. (1996). *TC e RM do corpo humano* (3ª ed.). Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan.
- Kaiser, C. (2004). Lung CAD receives FDA approval. *Diagnosis Imaging.com*, (Julho, 19).
- Kasper, D., Braunwald, E., Fauci, A., Hauser, S., Longo, D., Jameson, J. (2006). *Harrison – Manual de Medicina Interna* (16ª ed.). Ed. McGraw – Hill Medical Publishing Division.
- Lima, J.P. (1995). *Física do Métodos de Imagem com Raio X*, Coimbra: Edições ASA.

- Maçanita, J. & Sotto- Mayor, R. (1988). Tumores Broncopulmonares. In M. Freitas e Costa, *Pneumologia na Prática Clínica* (pp. 499- 608). Lisboa: Clínica de Doenças Pulmonares Faculdade De Medicina de Lisboa e Centro de investigação CNL₃ – INC.
- Madeira, L. (1990). Abcesso pulmonar e Broquiectasias. In A. Tarantino, *Doenças pulmonares*. Rio Janeiro – Guanabara/Koogan.
- Marques, P. (2001). Diagnóstico auxiliado por computador em radiologia *Radiologia Brasileira* 34(5):285-293, set.-out. 2001. ilus
- Marven, P.(2006). Siemens New Computer aided diagnosis program helps physicians detect more lung nodules. Siemens Healthcare USA, consultado em 1 de Setembro de 2008 em: www.medicalsiemens.com
- Median (2008). LMS-Lung - The Ideal Solution for Chest CT Analysis. Consultado em 3 de Setembro de 2008 em: <http://www.mediantechologies.com/index.asp?ID=402>
- Metz CE (1986). ROC methodology in radiologic imagines. *Invest. Radiol.* 21:720-33.
- Moita, M. L. (1988). Abcesso Pulmonar. In M. Freitas e Costa, *Pneumologia na Prática Clínica* (pp. 387- 402). Lisboa: Clínica de Doenças Pulmonares Faculdade De Medicina de Lisboa e Centro de investigação CNL₃ – INC.
- Moreira, J., et al. (1990). Carcinoma Brônquico. In A. Tarantino, *Doenças pulmonares*. Rio Janeiro – Guanabara/Koogan.
- Motti, M. (2007). Pneumonia consultado em 3 de Agosto de 2008 em : www.medinageriatrica.com.br/tag/pseudomonas/
- Netter, F. (2000). *Atlas de anatomia humana* (2ª ed.). Porto Alegre: Novartis.
- Novelline, R (1999). *Fundamentos de radiologia de Squire* (5ª ed.). Porto Alegre: Artmed.

Pereira , C. (2008). Doenças Respiratórias. Consultado em 25 de Agosto de 2008 em: www.drpereira.com.br

Pisco, J. (2003). *Imagiologia Básica*. Lisboa: Lidel.

Philips (2008). Digital Radiography - CAD Chest. Consultado em 25 de Agosto de 2008 em Philips Health Care:
http://www.medical.philips.com/main/products/xray/products/radiography/cad_chest/.

Portello, Peter (2008). *Neoplasias Pulmonares* consultado em 5 de Setembro 2008 em:
http://www.medcenter.com/Medscape/content.aspx?LangType=1046&menu_id=49&id=7954&txID=2381

PSA (2006). *Philips Delivers New Radiology Products At 2006 RSNA That Present Clinicians with a Clear View of PA*. Consultado em 26 de Agosto de 2008 em PSA Directory - Professional Services Automation Software Community:
http://www.psadirectory.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=57

Pueri (2008) Asma consultado em 20 de Agosto de 2008 em:
www.pueri.com.br/asma.htm

Raimundo, Silvia Martorano. *Tuberculose: questões sobre reinfecção exógena e reactivação endógena*. Consultado em 1 de Setembro de 2008:
http://www.sbmec.org.br/eventos/cnmac/cd_xxvii_cnmac/cd_cnmac/files_pdf/10341a.pdf.

Raymundo, E., Correia, I. (2003). Tuberculose – Clínica. In M. J. Gomes, R. Sotto Mayor, *Tratado de Pneumologia* (Vol. I). Lisboa: Permanyer Portugal.

Riverain (2008) Riverain consultado em 1 de Setembro de 2008 em:
www.riverainmedical.com.

R2 (2004). *ImageChecker CT CAD System from R2 technology selected as product of the year by Frost & Sullivan*. Consultado em 30 de Agosto de 2008 em: www.r2tech.com

Seca, M. (2003). Bases físicas das diferentes técnicas. In Pisco, J., *Imagiologia Básica* (pp. 3-8). Lisboa: Lidel.

Seeley, R., Stephens, T., Tate, P. (1997) *Anatomia e fisiologia* (1ª ed.). Lisboa: Lusodidacta.

Siemens (2006). Computer-Aided Diagnosis (CAD). Consultado em 15 de Agosto de 2008 em Siemens:
http://www.medical.siemens.com/webapp/wcs/stores/servlet/CategoryDisplay~q_catalogId~e_11~a_categoryId~e_1008003~a_catTree~e_100010,1008631,1008003~a_langId~e_-11~a_storeId~e_10001.htm

Sousa, M. (2003). Bronquiectasias. In M. J. Gomes, R. Sotto Mayor, *Tratado de Pneumologia* (Vol. I). Lisboa: Permanyer Portugal.

Stewart, R. (1998). *Ideias que mudaram o mundo*. Circulo de Leitores.

Valente, M. J. (2003). DPOC - Definições e Epidemiologia. In M. J. Gomes, R. Sotto Mayor, *Tratado de Pneumologia* (Vol. I). Lisboa: Permanyer Portugal.