

Câncer de Pulmão

**Epidemiologia, Etiopatogenia,
Diagnóstico e Estadiamento Clínico**

Heloisa Carvalho

**Planejamento
Computadorizado**

Joel Gonçalves

**Anatomia topográfica x
planos de tratamento**

Marcos Davi Lemos de Mello

Epidemiologia, Etiopatogenia , Diagnóstico e Estadiamento Clínico

Heloisa A. Carvalho

ANATOMIA REGIONAL

São referências anatômicas para o planejamento da radioterapia dos tumores de pulmão: a fúrcula e o manúbrio esternal, o apêndice xifóide, as clavículas, músculo esternocleidomastoideo, cintura escapular e espaços intercostais, anteriormente. Na região dorsal, a apófise espinhosa de C7, as escápulas e os rebordos costais.

Os tumores de pulmão geralmente se originam nos brônquios e invadem o parênquima adjacente bem como a pleura, parede torácica e estruturas mediastinais.

A disseminação linfática ocorre via rede linfática do parênquima, drenando para o hilo homolateral e a seguir linfonodos do mediastino. Tumores dos lobos superiores ou médio drenam para os linfonodos paratraqueais do mediastino superior, médio e sub-carinais. Os lobos inferiores apresentam drenagem linfática para o mediastino inferior também. Apenas os tumores de sulco superior com invasão de parede ou do lobo superior podem apresentar via de drenagem direta para a fossa supraclavicular homolateral.

A disseminação hematogênica é freqüente, sendo os principais focos de metástases o cérebro, ossos, pulmões, supra-renais e fígado.

Topograficamente, os pulmões encontram-se na caixa torácica, em íntima relação com o esôfago, medula espinhal e coração. De acordo com a localização do tumor e os volumes a serem irradiados, especial atenção deve ser dada a esses órgãos.

PAPEL DA RADIOTERAPIA

Carcinoma de pulmão não de pequenas células (CNPC)

Indicações e seleção de pacientes

O tratamento deve ser individualizado para cada caso e sua intenção baseada em fatores prognósticos já estabelecidos. Assim, podemos classificar os pacientes em candidatos a um tratamento curativo ou apenas paliativo.

a) Pacientes potencialmente curáveis
Qualquer T, N0,1,2 M0.

Opções terapêuticas:

- cirurgia com ou sem radioterapia;
- radioterapia exclusiva;
- quimioterapia neo-adjuvante, seguida de radioterapia e/ou cirurgia.

Radioterapia pré-operatória

Basicamente, em tumores do sulco superior (Pancoast), é que a radioterapia pré-operatória teria sua maior indicação, tanto pelas características de progressão local da doença quanto pela possibilidade de liberação de estruturas por diminuição de massa tumoral, aumentando a chance de ressecabilidade da lesão. Para outros casos, de uma maneira global, não existem evidências de um maior benefício tanto no controle local como na sobrevida, com a associação de irradiação pré-operatória.

Caso a lesão permaneça irressecável após a irradiação, prossegue-se a radioterapia até as doses preconizadas para um tratamento exclusivo, curativo.

Casos especiais: tumores periféricos, com baixa probabilidade de envolvimento de linfonodos mediastinais, com invasão da parede torácica, podem ser submetidos a tratamento rápido localizado no tumor primário, seguido de cirurgia, 2 a 3 semanas após o término da radioterapia.

Radioterapia pós-operatória

Na presença de doença residual macro ou microscópica, tanto em mediastino quanto em margens cirúrgicas, deve-se realizar a radioterapia para complementação da cirurgia. Margens exíguas (menores que 5 mm), também são indicação para irradiação. A presença de comprometimento ganglionar hilar e/ou mediastinal pode indicar a irradiação profilática dos hilos e mediastino, mesmo na ausência de doença residual. Não existe, entre tanto, melhora na sobrevida.

Radioterapia exclusiva

T1,2 N0, M0 e alguns T3 selecionados.

Pacientes em bom estado geral, bom *performance status*, com ou sem sintomas, com perda de peso menor que 10% do peso inicial, devem ser considerados para radioterapia exclusiva, com intenção curativa.

Os casos com indicação de cirurgia, porém, com contra-indicação clínica e/ou recusa do paciente ao procedimento, devem ser tratados com intenção radical, com radioterapia exclusiva.

Radioterapia + Quimioterapia

T3,4 N1,2.

Atualmente, a quimioterapia neoadjuvante seguida de cirurgia e ou radioterapia tem sido empregada na tentativa de diminuição de massa tumoral, com perspectiva de aumento da sobrevida em 3 anos. Os estudos a respeito, apontam para um provável ganho de 5% na sobrevida em 5 anos.

Pacientes T4 ou N2, apresentam sobrevida em 5 anos de no máximo 5%. Nesses casos, a intenção curativa do tratamento deve ser avaliada individualmente.

b) Pacientes incuráveis
N3 e/ou M1.

Opções terapêuticas:

- quimioterapia
- radioterapia paliativa (local e metástases)

Radioterapia paliativa

Pacientes com perda de peso maior que 10% do peso inicial, *performance status* ruim, e sintomáticos, são candidatos a tratamento paliativo apenas. Sintomas que merecem especial atenção são: dispnéia, tosse, hemoptise, dor torácica e infecções repetidas.

A indicação do tratamento, bem como a associação com outras modalidades terapêuticas, deverá ser baseada na intensidade dos sintomas e também, individualizada para cada caso especificamente.

Casos especiais: pacientes com infecção extensa, invasão de esôfago, invasão de parede torácica ou com derrame pleural ou pericárdico. Nessas situações, cabe ao radioterapeuta a decisão quanto ao início, volume e dose total do tratamento para cada caso individualmente. Os derrames devem ser esvaziados ou drenados e, pleurodese pode sern indicada. Apesar de haver indicação da irradiação do hemitórax comprometido, esta não traz benefícios aos pacientes.

Irradiação das fossas supraclaviculares

Está indicada na presença de gânglios comprometidos na fossa, em tumores de sulco superior ou do lobo superior (fossa homolateral e gânglios cervicais baixos) e na evidência de comprometimento do 1/3 superior do mediastino (fossas bilaterais).

Braquiterapia

a) Intraoperatória

Está indicada em tumores extensos, em pacientes sem condições clínicas para cirurgia radical, tumores com extensão para hilo, mediastino e/ou aderência ao esôfago, traquéia, grandes vasos, pericárdio, parede torácica e coluna vertebral.

A irradiação intraoperatória pode ser feita através de implantes permanentes (doença residual macroscópica) ou temporários (doença residual microscópica) e a ela sempre se associa irradiação externa convencional, como complementação do tratamento.

b) Intraluminal

A braquiterapia endobrônquica está indicada nos casos de lesão neoplásica vegetante que acomete regiões desde o terço inferior da traquéia até brônquios subsegmentares de primeira ordem, acessíveis ao broncoscópio. Também é associada a radioterapia externa convencional quando no tratamento inicial do

paciente. Casos com recidiva após cirurgia e/ou radioterapia podem ser submetidos a braquiterapia endobrônquica paliativa, isoladamente. À desobstrução inicial, pode-se associar o laser, a fim de permitir melhor posicionamento do cateter para o tratamento. A braquiterapia endobrônquica pode ser indicada também para os carcinomas de pequenas células, desde que estes preencham os critérios de tratamento. Pode ser associada à radio e quimioterapia contribuindo para uma desobstrução mais rápida das vias respiratórias.

Carcinoma de pequenas células (CPC)

O tratamento primário é a quimioterapia e os pacientes são genericamente estadiados como doença limitada ao tórax e doença extensa ou disseminada.

A radioterapia torácica está indicada nos casos de doença limitada ao tórax, para consolidação da resposta à quimioterapia. Idealmente deve ser iniciada concomitante à quimioterapia de indução, antes do início do esquema de manutenção. Entretanto, a toxicidade dos esquemas de associação é alta, levando a uma tendência de se realizar a radioterapia seqüencialmente à quimioterapia.

Na doença disseminada, existe indicação de radioterapia do tumor primário apenas para alívio de sintomas.

A irradiação profilática do encéfalo nos casos com resposta completa tem sido assunto de controvérsias. Está indicada quando existe regressão completa da doença, fase em que deve ser iniciada. Quando esta regressão é atingida apenas com a quimioterapia, a irradiação do SNC deve ser realizada antes da torácica, uma vez que a concomitância dos tratamentos pode ser altamente tóxica e a quimioterapia não possui ação eficaz na prevenção de metástases cerebrais.

Técnicas de Tratamento

As técnicas descritas a seguir, foram idealizadas para aplicação em aparelhos de megavoltagem. Deve-se ter pelo menos uma tomografia computadorizada de tórax para o planejamento. No caso de haver apenas um RX simples (frente e perfil), as margens devem ser ampliadas para melhor adequação dos campos. Tumores menores que 8cm são passíveis de radioterapia radical. Recomenda-se avaliar a função pulmonar de todos os pacientes.

O tratamento pode ser dividido em 2 fases: a) tratamento de doença sub-clínica, englobando as áreas tumorais e sítios principais

de disseminação linfática e b) reforço de dose ("boost") em áreas de doença macroscópica.

Definição dos campos

a) Tumor primário

1ª fase:

- Englobar toda a lesão com margens mínimas de 2 cm.
- Incluir hilo homolateral nos tumores centrais.
- Nos tumores periféricos, incluir pleura adjacente.
- Nos tumores de Pancoast, incluir os corpos vertebrais por inteiro.
- Se possível, reduzir o campo aos 50 e 60 Gy.
- Proteção da medula espinhal a partir dos 45/a 50 Gy. Em tumores próximos à medula, esta poderá ser protegida aos 40 Gy para propiciar margem de segurança de dose no caso da utilização de campos angulados.

2ª fase:

- Campo localizado: avaliar técnica mais adequada - campos paralelos e opostos, oblíquos, rotatórios, campo único, associação de fótons com elétrons, etc.

OBS.: Tumores T1,2 N0 podem receber tratamento apenas do tumor macroscópico, se periféricos.

Deve-se observar a necessidade de diminuição do campo inicial durante o tratamento dos CPC, principalmente na presença de massas volumosas que podem ter regressão rápida devido à sua sensibilidade à irradiação.

b) Mediastino

Campos paralelos e opostos, anterior e posterior, delimitados a seguir:

- Limite superior: 2 a 3 cm acima da fúrcula, o suficiente para englobar todo o mediastino superior.
- Limite inferior: para tumores do lobo superior e médio, 5 cm abaixo da carina; para tumores do lobo inferior, até o diafragma.
- Limites laterais: largura suficiente para incluir os linfonodos mediastinais paratraqueais e hilares homolaterais. Geralmente 8cm de largura máxima, com o centro na fúrcula.

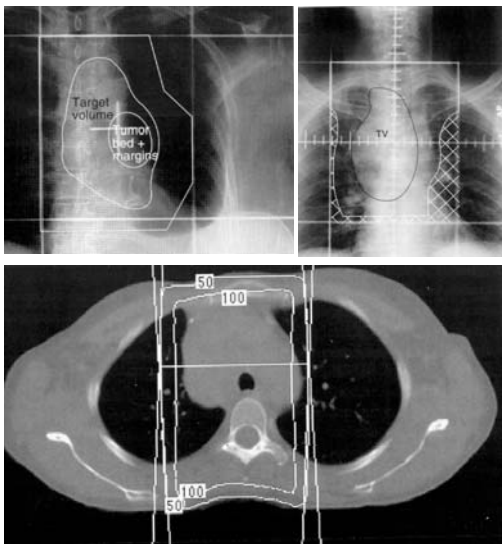


Figura 1a: Exemplo de campo na fase inicial do tratamento incluindo o tumor primário e as drenagens linfáticas.

c) Fossas supraclaviculares

Campo anterior único:

- Limite superior: proeminência anterior da cartilagem tireóide, tomando-se o cuidado de evitar tangência da pele (proteger o bordo do músculo trapézio).
- Limite inferior: 1 cm abaixo do bordo inferior da clavícula.
- Limite lateral: borda medial do acrômio.
- Limite medial: bordo medial do músculo esternocleidomastoideo.

Pode-se irradiar as fossas supraclaviculares em campo único com o do mediastino e tumor primário, em campos paralelos e opostos ou ainda apenas pelo campo anterior calculado de 0,5 a 2cm de profundidade, com complementação da dose pelo posterior reduzido (sem a fossa), com o cálculo na metade do diâmetro antero-posterior (DAP)

Arranjo de Campos

Preconiza-se a irradiação do leito tumoral e cadeias ganglionares linfáticas correspondentes (figura 1a).

Como já citado anteriormente, a fossa supraclavicular homolateral deve ser irradiada em tumores do sulco superior e lobo superior, ou quando houver linfonodos comprometidos no local ou no mediastino superior. Nos carcinomas de pequenas células, as fossas supraclaviculares bilaterais podem estar incluídas nos campos.

Na fase inicial do tratamento (doença sub-clínica), os campos são paralelos e opostos com a irradiação do mediastino e tumor primário

até a dose de tolerância da medula espinhal - 40 a 50Gy (ver abaixo). Em pacientes N0 ou N1, a proteção da medula é muito simples, bastando ser colocado um bloco na linha média do paciente, protegendo pelo menos 3cm de largura. Atenção para o limite superior do campo onde a medula recebe uma dose/dia maior e deverá ser protegida antes da dose prescrita no centro do campo. Um pequeno bloco pode ser colocado do limite superior até a fúrcula ou até um ponto em que o DAP do local se aproxime do central. Em situações N2 (linfonodos mediastinais comprometidos), onde existe necessidade de se irradiar esses gânglios com doses radicais, esta proteção geralmente vai coincidir com esses linfonodos, sendo necessário um novo arranjo

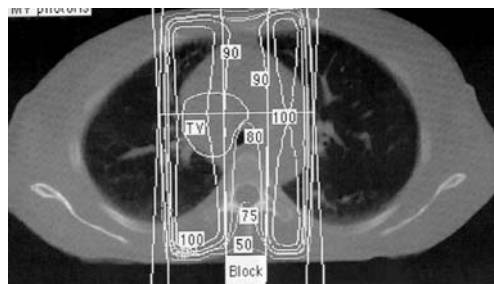


Figura 1b: Proteção de medula pelo campo posterior apenas, evidenciando área de subdosagem na região da colimação.

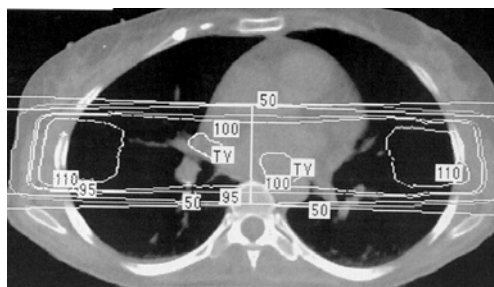


Figura 2: 2ª fase: entradas em campos paralelos e opostos latero-laterais para massas centrais

de campos para cada caso individualmente (figura 1b).

Pode-se utilizar técnica de isocentro ou distância foco-pele.

Opções:

- Campos paralelos e opostos latero-laterais, de fácil reprodução para o tratamento do mediastino médio e inferior (linfonodos sub-carinais) (figura 2).
- Campos paralelos e opostos, oblíquos, quando a localização da doença não permite em radas laterais (evitar irradiação de ombros e braços) ou o volume de pulmão irradiado é extenso (figura 3).
- Campos ortogonais, ou angulados, ou em "X", individualizados para cada caso (figura 4).

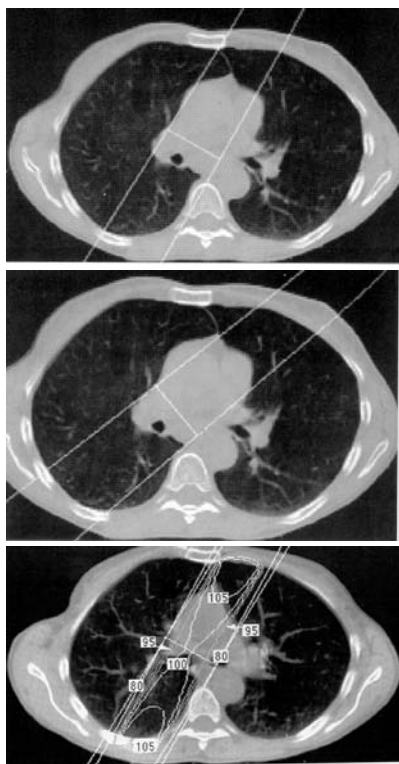


Figura 3: 2ª fase: composição de campos paralelos e opostos oblíquos, com preservação maior do pulmão em relação aos campos laterais, de acordo com o contorno de cada paciente.

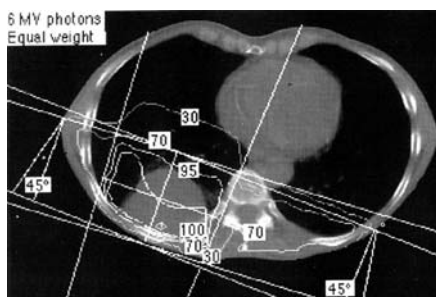


Figura 4a: Reforço de dose em tumor posterior à direita. Planejamento com 3 campos de pesos iguais e filtros em 2 deles. A medula espinhal recebe cerca de 75% da dose.

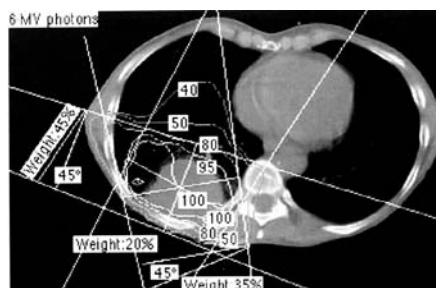


Figura 4b: Arranjo de campos semelhante para mesmo tumor da figura 4a, com pesos diferentes, havendo maior preservação da medula espinhal, porém com aumento da dose em pulmão normal.

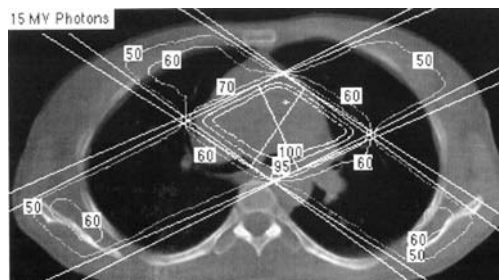


Figura 4c: Arranjo de campos em “X” para tumores centrais. O pulmão normal recebe pelo menos 50% da dose e a medula espinhal está preservada.

Implementação do Plano de Tratamento

A região torácica é uma caixa rígida que não deve apresentar grandes variações de suas dimensões durante o tratamento. Entretanto, existe um movimento espontâneo contínuo, involuntário, tanto do tórax como dos órgãos internos devido à respiração e aos batimentos cardíacos. Assim, o paciente deve estar em posição confortável, que permita a melhor imobilização e reprodutibilidade possível.

Opções:

- Decúbito dorsal, com os braços estendidos ao longo do corpo. A cabeça pode estar em posição anatômica ou hiper-extensão (principalmente para irradiação das fossas supraclaviculares), ou ainda virada para o lado contra-lateral quando apenas uma das fossas for irradiada.
- Decúbito dorsal, com os braços elevados, acima da cabeça, em posição anatômica. Esta postura geralmente é a ideal, primeiro porque reproduz o posicionamento do paciente na tomografia diagnóstica e também, para a fase final do tratamento, facilitando a entrada dos campos laterais ou angulados.
- Decúbito ventral com os braços apoiados sob a cabeça que poderá estar fletida, estendida ou virada para o lado, de acordo com cada caso. Esta posição facilita o tratamento de tumores posteriorizados, principalmente para o “boost”.
- Decúbito lateral, com os braços estendidos acima da cabeça, mais raramente utilizado, para campos tangentes em tumores próximos à parede torácica. O paciente deve estar bem apoiado e a sua posição deve ser fixada com lasers, para garantir sua reprodutibilidade.

Devido às doses finais elevadas que devem ser atingidas para o tratamento dos tumores de pulmão, equipamentos de megavoltagem são os ideais. Para pacientes com DAP de até 18cm, podem ser utilizados equipamentos de cobaltoterapia. Entretanto, de maneira geral, os aceleradores lineares com energias de 6 MV ou mais são os ideais. Energias a partir de 15MV são muito úteis para o tratamento do mediastino e tumores centrais. Combinações de fótons com elétrons podem ser utilizadas para tumores superficiais na fase de reforço.

Prescrição da Dose

Tratamento radical

CNPC: dose mínima de 45 a 50Gy para doença sub-clínica e 60-70Gy para doença macroscópica, de acordo com os órgãos envolvidos e o volume de tratamento.

CPC: dose mínima de 45Gy nos casos com resposta completa e, se possível, 60Gy em tumor residual.

Fracionamento: 1,8 a 2Gy/dia, 5x/sem. No tratamento exclusivo, 2Gy/dia são bem toleráveis. Quando existe associação com quimioterapia, 1,8Gy/dia ou menos são recomendados. No pós-operatório, de acordo com o volume de irradiação, a dose/dia pode variar de 1,8 a 2Gy.

Tratamento paliativo

Apenas locais de doença macroscópica, são alternativas possíveis:

- 40-60Gy, fracionamento convencional;
- 2 cursos de 10 x 3Gy com intervalo mínimo de 30 dias entre eles (proteção de medula aos 30Gy);
- até 6 x 5Gy, 1 fração/sem, com reavaliações antes de cada aplicação;
- 10Gy dose única.

Pontos de interesse para o cálculo da dose:

- tumor;
- metade do DAP do centro do campo (ponto em que são feitas a maioria das prescrições) e nos limites superior e inferior;
- fossa supraclavicular;
- medula espinhal.

As diferenças de DAP principalmente no limite superior devem ser consideradas pois, nessa região pode haver um acréscimo de até 10% da dose por fração, tornando-se um local de proteção mais precoce (medula e mediastino superior). A profundidade do cálculo de dose na fossa supraclavicular não deve exceder a 2cm e, de acordo com a energia de fótons utilizada,

deve-se acrescentar bólus.

A necessidade da utilização de filtros compensadores para grandes diferenças de DAP e a variação dos “pesos” dos campos, devem ser estudadas (figura 5).

O cálculo da dose em medula será feito no ponto de dose máxima, em geral, 2 a 3 cm abaixo da margem superior do campo posterior.

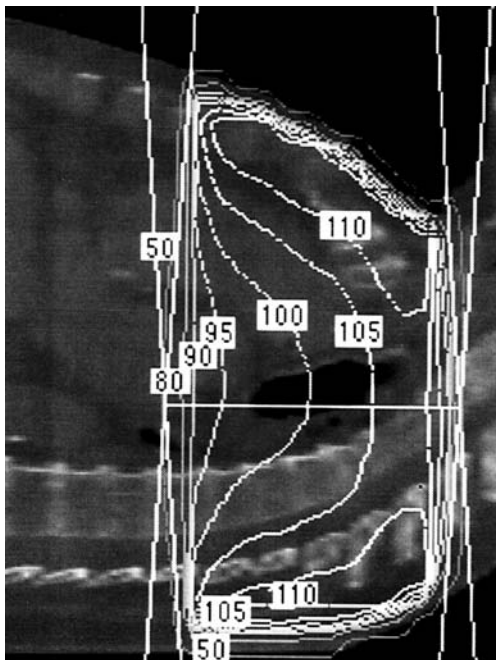


Figura 5: Composição da isodose em plano sagital, evidenciando as diferenças de DAP e, se necessário, composição com filtros compensadores.

Doses de Tolerância

As doses de tolerância são definidas para fracionamentos de 1,8 a 2Gy.

Medula espinhal: 40 a 50Gy, em geral protegida após 45-46Gy. Não recomendamos a proteção apenas pelo campo posterior pois gera pontos frios em mediastino e a medula continuarecebendo dose através do campo anterior.

Esôfago: 50Gy o órgão inteiro e 60Gy em porções menores.

Coração: 30Gy o órgão inteiro. Evitar doses acima de 50Gy em partes do órgão. Sempre que possível, proteger a ponta do coração.

Pulmões: 15 a 20Gy são suficientes para causar pneumonite e fibrose do parênquima pulmonar. Mesmo não dispondo de um sistema de planejamento computadorizado, deve-se estimar o volume global de pulmão irradiado. O risco de complicações severas é quase certo quando se irradia mais que 60% (equivalente a aproximadamente um pulmão inteiro e 1/5 do outro) dos pulmões com doses acima de 25Gy.

Resultados

CNPC

1. Radioterapia exclusiva

(com ou sem quimioterapia)

A literatura apresenta diversas formas de tratamento exclusivo, com variações de dose total e fracionamento. Até o momento, os resultados desses protocolos revelam um controle local de 60 a 70% com uma sobrevida global em 5 anos ao redor de 7%.

A associação com quimioterapia tende a elevar esses índices em pelo menos 5%, de acordo com a literatura.

2. Radioterapia + cirurgia

Pacientes operados e que necessitaram de radioterapia complementar, apresentam sobrevida em 5 anos que varia de 30 a 70%, com um controle local de 70 a 90%.

A sobrevida dos pacientes submetidos a radioterapia pré-operatória para tumores de sulco superior e que são submetidos a cirurgia, chega a se igualar à dos operados sem irradiação prévia e, com a associação de braquiterapia nos casos parcialmente operados, pode haver elevação da sobrevida global dos pacientes com tumor residual para 20 a 25% em 5 anos.

CPC

A sobrevida global em 2 anos dos pacientes com CPC limitado ao tórax varia de 15% para os doentes não irradiados a 25% para os pacientes irradiados. Esse fato se deve principalmente ao aumento do controle local com a associação da irradiação. A sobrevida em 5 anos é ao redor de 5%. Os resultados relativos aos pacientes com doença extensa, são bem inferiores, geralmente com expectativa de vida abaixo de 2 anos e sobrevida em 5 anos praticamente nula.

Complicações

Efeitos colaterais bem como as complicações estão relacionados ao campo, dose, fracionamento e volume irradiado. Podem ser agudos (até 3 meses após o término do tratamento) e tardios.

a) Efeitos agudos

São aqueles observados durante e logo após o tratamento. Destacam-se a esofagite, tosse seca, escarro hemoptóico, hiperemia e descamação seca da pele. Geralmente desaparecem após o tratamento.

b) Efeitos tardios

Começam a ser observados a partir de 3 meses após o término da radioterapia, podendo

ou não causar sintomas. Podem então ser considerados como complicações. Os principais efeitos são: pneumonite seguida de fibrose pulmonar, pericardite e hiperemia da pele com atrofia, de acordo com a energia de radiação utilizada. A incidência de complicações consideradas graves, isto é, que requerem correção cirúrgica, que limitam severamente a atividade do paciente ou que ainda evoluam para óbito não deve ultrapassar 5% (geralmente, < 3%).

Braquiterapia

A braquiterapia intersticial para os tumores de pulmão ainda não está muito difundida e seus resultados são restritos à experiência de alguns centros apenas.

A braquiterapia endobrônquica requer doses de 20 a 30Gy calculados a 1cm da fonte, com baixa taxa de dose. Não existe ainda, um consenso quanto à dose ideal nos tratamentos com alta taxa de dose. Recomenda-se o fracionamento do tratamento em 3 a 4 frações de 5 a 8Gy cada, calculadas a 1cm da fonte. Para palição apenas, dose única de 8 a 10Gy pode ser suficiente.

A principal complicação é a hemorragia fatal.

Apêndice

Irradiação Profilática do SNC

Técnica de tratamento

Os campos devem envolver todo o encéfalo, incluindo condutos auditivos e região retro-orbitária e os recessos meníngeos. Uma linha reta passando pela rima orbitária e abaixo do conduto auditivo é o limite inferior do campo. Os demais limites devem incluir todo o crânio com margem de 1cm pelo menos. Os olhos devem ser protegidos a partir da rima orbitária lateral, até a superior, numa linha que bissecciona o seio frontal, com cuidado para não se proteger o SNC.

Arranjo de Campos

Os campos são paralelos e opostos latero-laterais, podendo ser angulados posteriormente, evitando que sua divergência atinja o olho contra-lateral.

Implementação do plano de tratamento

Equipamentos de megavoltagem são ideais, de preferência com energias menores que 10MV.

O paciente deve estar em decúbito dorsal

com a cabeça em posição anatômica e os braços ao longo do corpo. Está indicada a confecção ou utilização de algum sistema de fixação para a cabeça: moldes de acrílico, termoplástico e outros.

Prescrição da dose

A irradiação profilática do encéfalo nos CPC deve ser realizada com um fracionamento de 1,8 a 2Gy/dia, até uma dose total de 30 a 40Gy. O cálculo é feito na metade do DAP. Aqui também deve-se observar a existência de grandes diferenças de DAP, principalmente na região frontal, a fim de se evitar superdosagem desnecessária, poupando inclusive, reações de pele indesejáveis ao paciente.

Resultado

Recentemente foram publicadas evidências de que a profilaxia do SNC não só pode melhorar a qualidade de vida dos pacientes como também a sua sobrevida.

Complicações

Foram descritas complicações neurológicas tardias em pacientes que receberam irradiação profilática do SNC (distúrbios de memória, concentração e rebaixamento mental). Entretanto, outros estudos demonstram que essas complicações estão relacionadas a uma dose/dia elevada (3Gy ou mais) e uma avaliação neurológica desses pacientes prévia à radioterapia, mas após a quimioterapia inicial já demonstra um rebaixamento dos índices avaliados, em relação à população normal.

Planejamento Computadorizado

Joel F. Gonçalves

INTRODUÇÃO

O câncer do pulmão é um dos mais comuns de todos os tumores malignos, com uma taxa de aumento anual de cerca de 2%. O tabagismo está associado a cerca de 90% dos casos diagnosticados, são outros fatores de risco a exposição ao radônio, ao asbesto, ao ar poluído e a determinados tipos de atividades profissionais tais como trabalhadores que lidam com compostos químicos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, níquel, cromo etc.

A radioterapia pode ser indicada pré ou pós-operatória. Em alguns casos, a irradiação pré-operatória pode oferecer melhores condições de ressecabilidade do tumores avançados, esterilizar as células além das margens de ressecção e prevenir a disseminação pela manipulação cirúrgica. Essas vantagens são obtidas com doses menores de radiação do que a que seria empregada no tratamento pós-cirúrgico, quando as alterações induzem condições de hipóxia e uma radioresistência relativa.

ANATOMIA

O pulmão divide-se em duas partes; o pulmão direito e o esquerdo. O direito é composto de três lobos: o superior, o médio e o inferior, os quais são separados pelas fissuras oblíqua maior, menor ou horizontal; e o pulmão esquerdo, que é composto de dois lobos separados por uma única fissura.

IMPORTÂNCIA DO ESTADIAMENTO

O estadiamento do paciente desempenha papel importante sob dois aspectos.

- 1- Definir a intenção do tratamento, se:
 - a) Radical – com intenção de cura; ou
 - b) Paliativo – com o objetivo de diminuir os sintomas;
- 2- Definir o volume de tratamento.

PLANEJAMENTO

A decisão do tratamento radioterápico deve ser precedida do exame clínico, da confirmação do diagnóstico histopatológico, do estadiamento e de exames adicionais quando se fizer necessário.

Posicionamento

Um dos fatores que influenciam fortemente a qualidade do tratamento é a reprodutibilidade do posicionamento do paciente no aparelho de tratamento nas mesmas condições em que foi feito o planejamento. Essa reprodutibilidade pode ser assegurada com a utilização de dispositivos de imobilização, quando necessário, ou de marcas de referência na pele do paciente. Por exemplo, o paciente pode ser alinhado na mesa quer de planejamento quer de

tratamento, utilizando-se o reticulado do aparelho de raios-X, ou do simulador, ou mesmo do aparelho de tratamento, e alinhando-se o paciente de tal maneira que a projeção do reticulado passe pelo seu nariz, pela furcúla esternal e pela linha da coluna. Cinco pontos devem ser tatuados no paciente, 3 na direção céfalo-caudal e dois lateralmente, sendo que o ponto central intercepta as duas linhas. Toda vez que o paciente for tratado, ele deve ser alinhado segundo esses pontos de referência. De acordo com a Bentel, o alinhamento do paciente não é tão importante quanto a reprodutibilidade das condições do planejamento.

Num serviço que disponha de um tomógrafo computadorizado dedicado ao planejamento radioterápico, de um sistema de planejamento, preferencialmente que tenha interface com o tomógrafo, de equipamento de terapia de última geração com colimadores de múltiplas folhas e de profissionais com disponibilidade de tempo para dedicar-se ao planejamento do tratamento, de uma equipe de técnicos bem treinados e orientados, é possível que seja oferecido ao paciente um tratamento bem elaborado, utilizando a técnica conformacional. Caso contrário, o recurso de usar bandejas, associadas às transparências, desenhadas individualmente para o campo anterior e para o campo posterior, com blocos de proteção padronizados ou personalizado para cada paciente ou de bandejas personalizadas para cada campo de tratamento e para cada paciente são recursos a altura de qualquer serviço.

Para alguns pacientes às vezes é possível solicitar uma tomografia, a fim de definir melhor o volume de tratamento, ou no mesmo serviço, ou fora dele; nesse caso seria aconselhável que a equipe de radiologia fosse orientada no que tange ao posicionamento do paciente, pois muitas vezes o procedimento é feito sem os cuidados necessários a um bom planejamento: ou o paciente não alinhado corretamente, ou muitas vezes o contorno do paciente não pode ser completamente visualizado. Esse tipo de recomendação pode ser feita no pedido do exame.

Quando os recursos da Instituição é limitado o próprio aparelho de tratamento pode ter parte do seu tempo de utilização dedicado ao planejamento do tratamento. Pode ser construída uma bandeja com pedaços de chumbo encravados de tal maneira que a distância da projeção entre cada pedaço no isocentro do aparelho seja igual a 1,0 ou 2,0 cm.

Os colimadores devem ser abertos de tal maneira que englobe todo o volume de tratamento marcando-se pontos de referência na pele do paciente. Fazendo-se uma radiografia de localização, cuja técnica que fornece a melhor imagem é obtida pelo processo de tentativa e erro, o médico terá uma maneira de fazer uma programação de qualidade compatível com a disponibilidade do serviço.

A interação entre a equipe, radioterapeuta, físico, dosimetrista e técnico, é muito importante. O responsável pela prescrição do tratamento é o médico, por isso é importante que ele deixe bem claro o que pretende fazer. Por exemplo: se a doença compromete uma das fossas supraclaviculares e o paciente vai ser tratado com campos paralelos e opostos, com centros e tamanhos diferentes, como a dose total vai ser aplicada?; em que ponto de referência a dose vai ser prescrita? Essa colocação pode parecer desnecessária, mas em nossa experiência nem sempre essa mensagem é passada claramente. O centro do campo pode ser apenas uma referência geométrica, e não o ponto de prescrição da dose.

É importante, quando da utilização de campos alargados que o médico deixe bem claro quais os pontos e profundidade de interesse do conhecimento da dose, a partir da prescrição num ponto de referência para que o Físico possa lhe fornecer esses dados com mais segurança. Decidido o tratamento torna-se necessário a especificação dos volumes, dos órgãos de risco e das doses.

Técnicas de tratamento

Vários fatores influenciam na técnica de tratamento: estágio clínico, localização da lesão, estado geral do paciente, objetivo do tratamento, disponibilidade do serviço etc.

A utilização de fótons de alta energia, se por um lado preserva o parênquima pulmonar, por outro pode acarretar a subdosagem nos linfonodos superficiais. A dose na medula deve ser limitada a 45 Gy, que é a sua dose de tolerância, no sentido de evitar complicação futura. Um dos métodos empregados, para assegurar que a dose foi mantida dentro do limite de tolerância, é realizar uma parte do tratamento com campos oblíquos, embora acarrete a irradiação de um maior volume pulmonar. A utilização de campos oblíquos pode acarretar a irradiação de parte do ou dos pulmões não comprometida pela doença, técnica que muitas vezes descartada pela equipe.

A correção da heterogeneidade

Quando o paciente é irradiado, independente da região anatômica de tratamento o feixe de radiação atravessa diferentes estruturas com diferentes composições, as quais podem alterar a distribuição da dose. Essa alteração depende da natureza do material presente na trajetória do feixe e da qualidade da radiação.

No tratamento do paciente acometido de neoplasia do pulmão, a parte do pulmão não comprometida pela doença e o pulmão contralateral constituem a heterogeneidade do meio. Os principais métodos de correção da heterogeneidade são descritos na literatura: a relação tecido meio equivalente, EqTAR, a Lei da Potência de Batho, BPL, do inglês Batho Power Law, e a Lei da Potência de Batho Modificada, BM.

Considere, na figura 1, um ponto situado a uma profundidade d da superfície do meio, estando o mesmo d_3 abaixo de uma heterogeneidade de espessura d_2 , cuja parte superior está a uma profundidade d_1 da superfície.

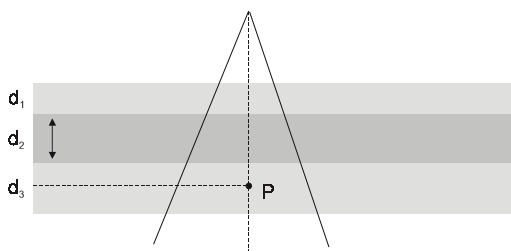


Figura 1: Diagrama esquemático mostrando um fantoma equivalente a água contendo uma heterogeneidade.

$$d = d_1 + d_2 + d_3 \quad (1)$$

Para radiação na faixa da megavoltagem, o processo predominante de interação da radiação com a matéria é o efeito Compton, o qual é dependente da densidade de elétrons do meio, número de elétrons por centímetros cúbicos, r_e , a espessura do meio, d_2 pode ser substituída, de acordo com Sontag e Cunningham, pelo produto $r_e d_2$. Nesse caso a profundidade do ponto de cálculo, equivalente a água será:

$$d' = d_1 + \rho d_2 + d_3 \quad (2)$$

Métodos de correção da heterogeneidade

Método 1:

EqTAR - Proposta por Sontag e Cunningham

$$FC = \frac{TAR(d', A')}{TAR(d, A)} \quad (3)$$

FC é o fator de correção;

TAR é a relação tecido/ar como definido por Johns *et al.* (13);

d' é a profundidade da heterogeneidade;

A' é a área do campo na profundidade d' ;

A é a área do campo na profundidade d ;

d é a profundidade física abaixo da superfície do meio.

Método 2:

BATHO POWER LAW

Proposto por Batho, e Young e Gaylord no qual a razão dos TARs é elevada a uma potência.

$$CF = \left[\frac{TAR(d_2 + d_3, A)}{TAR(d_3, A)} \right]^{(\rho_2 - 1)} \quad (4)$$

Os termos utilizados na equação (4) possuem os mesmos significados das equações (1), (2) e (3).

Nesse método é levado em conta a localização da heterogeneidade em relação ao ponto de cálculo mas não em relação a superfície. Isto é d_1 não é levada em consideração.

Método 3:

LEI DE BATHO MODIFICADA

Sontag e Cunningham, propuseram uma forma mais geral da lei da potência de Batho, a qual ficou conhecida com Lei de Batho Modificada, a qual permite a correção da dose em pontos tanto no interior quanto abaixo da heterogeneidade:

$$CF = \frac{TAR(d_3, A)^{(\rho_3 - \rho_2)}}{TAR(d_2 + d_3, A)^{(1 - \rho_2)}} \quad (5)$$

Na equação (5) os termos têm os mesmos significados definidos anteriormente, sendo r_3 a densidade do material no qual a heterogeneidade se encontra e r_2 a densidade do material acima da heterogeneidade;

Com o objetivo de mostrar como as curvas de distribuição da dose podem influenciar ou não na decisão de um tratamento, será feita a análise de um tratamento conforme descrito adiante, para um paciente que foi submetido a uma tomografia computadorizada, no tomógrafo fabricado pela Picker, modelo PQ2000, e obtidos

48 cortes. O tomógrafo, tem interface com o sistema de planejamento CadPlan, fabricado pela Varian, utilizado no presente trabalho.

As figuras a seguir, mostram a distribuição da dose para o tratamento utilizando 4 campos, dois pares paralelos opostos, antero/posterior e laterais direito/esquerdo, num feixe de ^{60}Co , pesos iguais, dose de 50 Gy, prescrita na curva de 95%.

Situação 1:

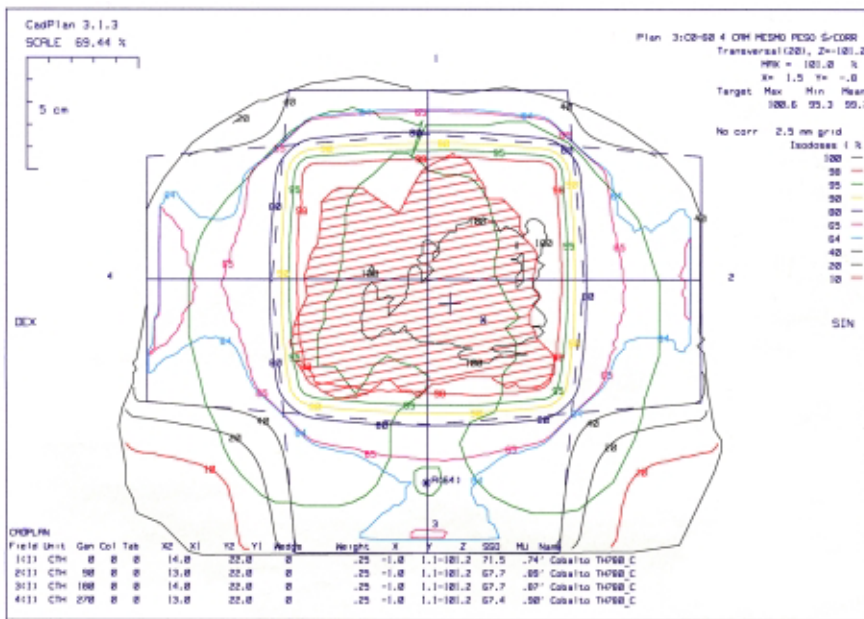


Figura 2 – Distribuição sem correção da heterogeneidade.
A curva de 100%, com um volume considerável, está dentro do CTV, o qual é englobado pela curva de 95%. O gradiente é de 7,5% (102,1/95). A dose na medula, 64% (33,7 Gy) está abaixo do limite de tolerância

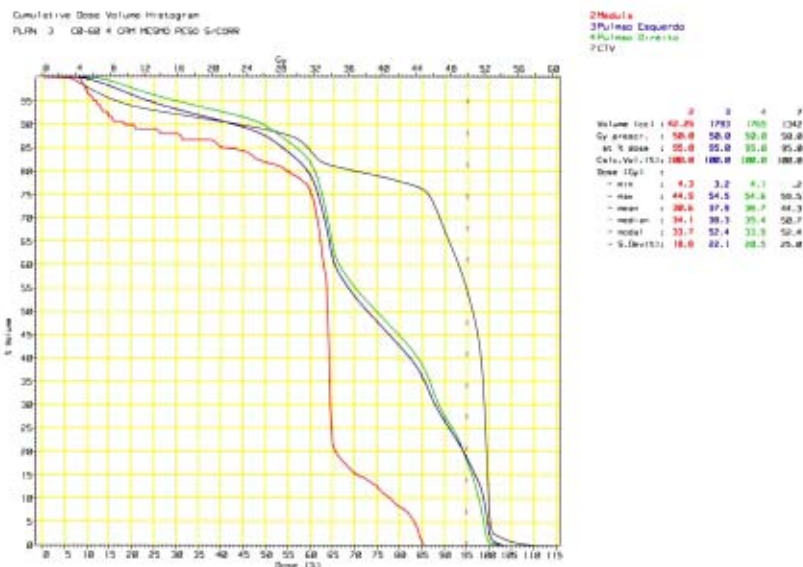


Figura 3 - Histograma da dose em função do volume, HDV, do tratamento da situação 1. Cerca de 75% do CTV recebe 44 Gy, os pulmões, direito e esquerdo, recebem aproximadamente a mesma dose. A dose na medula está abaixo do limiar.

Situação 2:

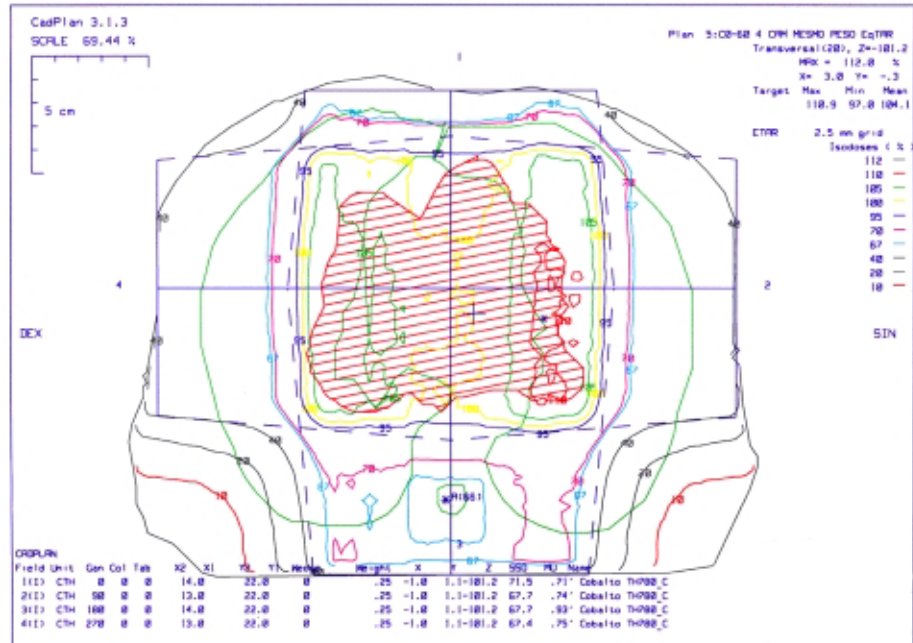


Figura 4 – Distribuição com correção da heterogeneidade, EqTAR.

Devido a correção, uma parte do volume do pulmão esquerdo recebe 110% da dose e o ponto de máximo aumentou de 102,1% para 110,9%. O tratamento, se prescrito na curva de 100%, acarretaria uma sub-dosagem num certo volume do CTV. A prescrição do tratamento na

curva de 95% acarretaria um gradiente de cerca de 16,7%, porém todo o CTV estaria dentro da curva escolhida. Nesse caso a dose na medula seria um pouco maior, passaria de 64% para 66%, de 33,7 Gy para 34,7 Gy.



Figura 5 – HDV do tratamento mostrado na Fig. 3. Observa-se um discreto aumento de dose no CTV, nos pulmões e na medula.

Situação 3:

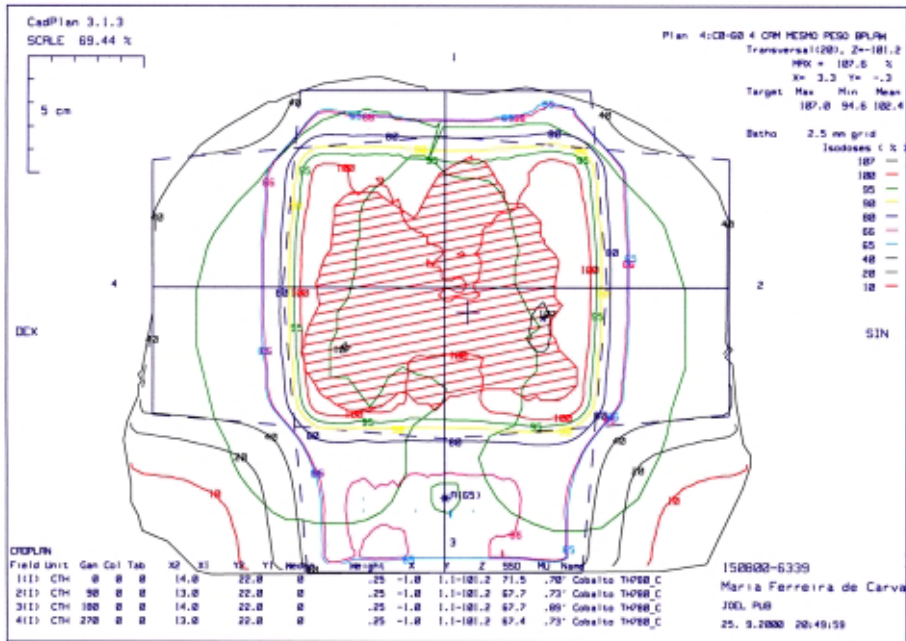


Figura 6 – Correção pelo método Batho Power Law.

A dose no ponto de máximo foi de 107,%. A medula recebe 65% da dose prescrita. Há uma deformação da curva de 100%, mais acentuada do que o que aconteceu com a correção pelo EqTAR. O gradiente é igual a 12,6%.

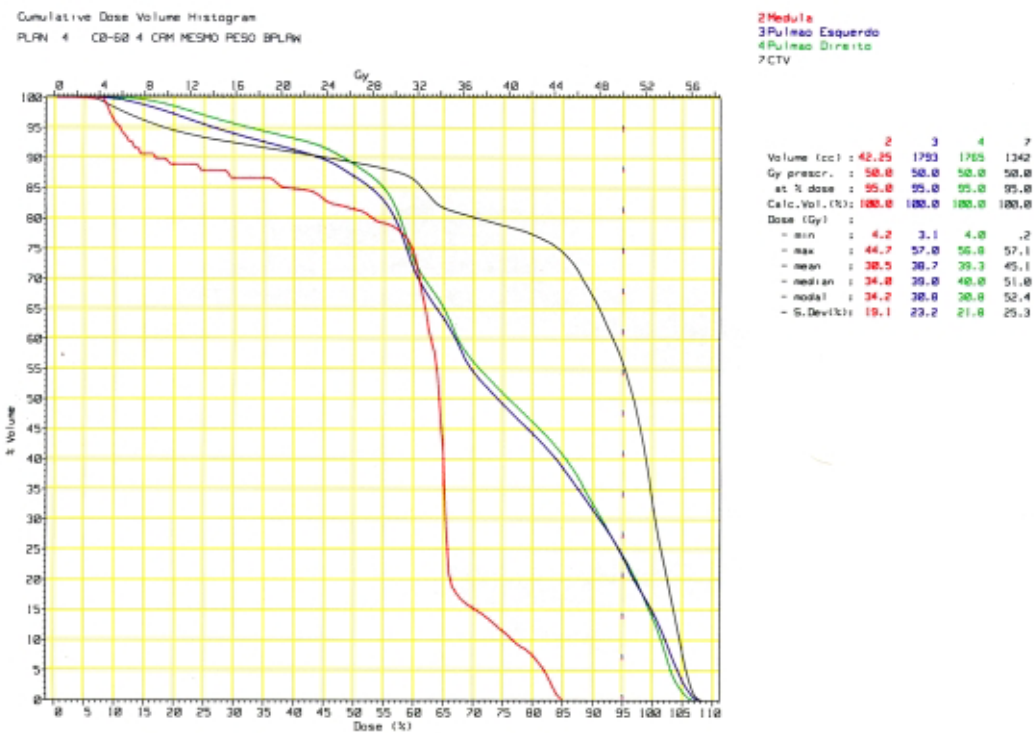


Figura 7- HDV do tratamento mostrado na Fig. 5. Há um discreto aumento no volume de CTV que recebe dose máxima.

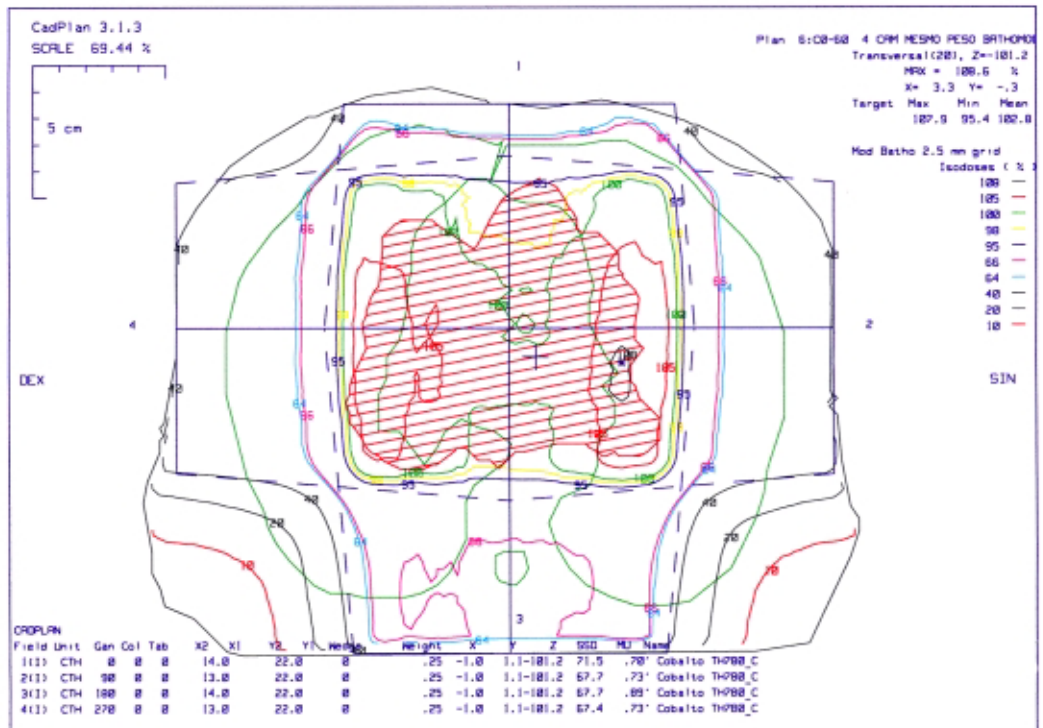


Figura 8- Correção Batho Modificada. Ligeira modificação quando comparada com obtida utilizando a correção pelo BPL.

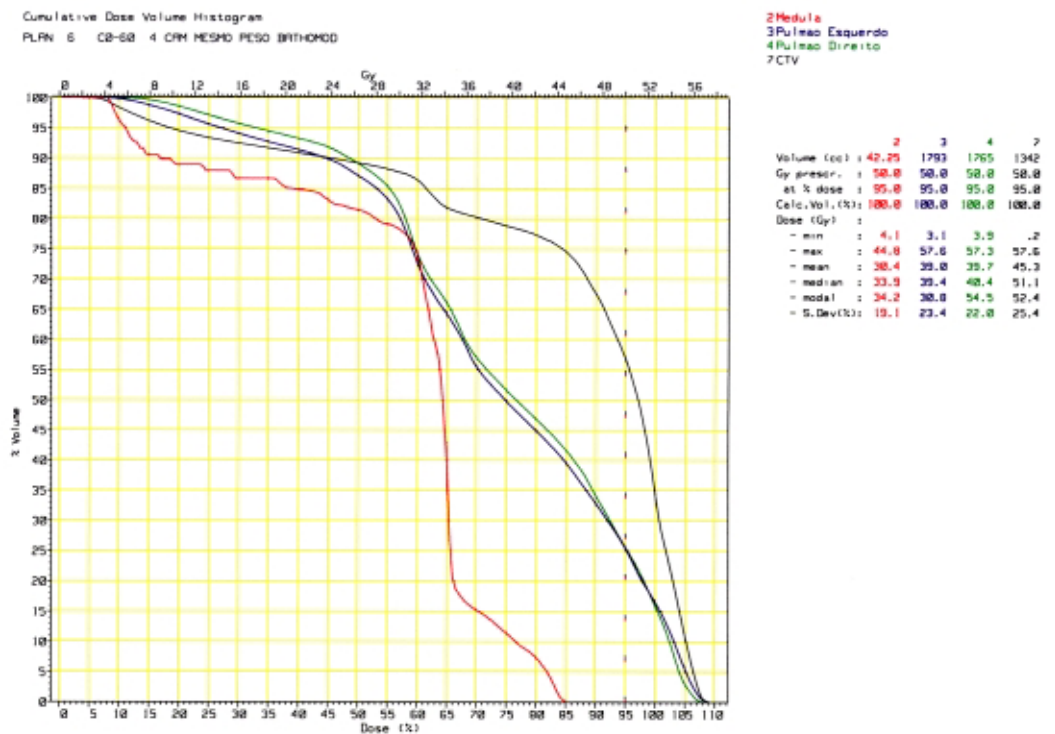


Figura 9- HDV da correção pelo método BM.

As tabela abaixo resumem dados extraídos dos HDV apresentados para o ^{60}Co . Construídas afim de facilitar as nossas conclusões.

Dose (Gy)						
Método	Máximo(%)	CTV	P. Dir.	P. Esq.	Med.	Grad.(%)
S/Cor.	102,1	59,5	54,6	54,5	44,9	7,5
EqTAR	110,9	59,5	58,7	59,5	46,5	16,7
BathoPlaw	107,0	57,1	56,8	57,0	44,7	12,6
BathoMod.	107,9	57,6	57,3	57,6	44,8	13,6

Tabela 1- Dose no ponto de máximo, em percentual, e a dose, em Gy, no CTV, nos pulmões, direito, P.Dir., e esquerdo, P.Esq., e na medula, Med., e os respectivos gradientes, Grad., de acordo com a correção empregada, no feixe do ^{60}Co .

Na tabela 2 são apresentados os tempos de tratamento de cada campo, no ^{60}Co , calculados pelo CadPlan.

tempo (min)				
Método	Anterior	Posterior	Lat. Dir.	Lat. Esq.
S/ correção	0,74	0,87	0,90	0,89
EqTAR	0,71	0,93	0,74	0,75
BPLaw	0,70	0,89	0,73	0,73
Batho Mod.	0,70	0,89	0,73	0,73

Tabela 2- Tempo de tratamento, em minuto, para os diferentes campos, e método de correção empregado. Feixe do ^{60}Co .

As tabelas abaixo, resume dados extraídos dos HDV e das curvas de distribuição de dose, as quais não são apresentadas, para os feixes de fótons de 6 MV e de 15 MV.

Dose (Gy)						
Método	Máximo(%)	CTV	P. Dir.	P. Esq.	Med.	Grad.(%)
S/Cor.	101,7	58,6	55,8	55,8	48,3	7,1
EqTAR	105,5	56,5	56,1	56,4	47,9	11,1
BathoPlaw	107,4	57,4	56,9	57,3	48,3	13,1
BathoMod.	107,4	57,4	56,9	57,3	48,3	13,1

Tabela 3 – Dose no ponto de máximo, em percentual, e dose, em Gy, no CTV, nos pulmões e na medula, e os respectivos gradientes, de acordo com a correção empregada, para o feixe de 6 MV.

A tabela 4 mostra a dose monitor, calculada pelo CadPlan, para os diferentes campos utilizando o feixe de 6 MV.

Dose (UM)				
Método	Anterior	Posterior	Lat.Dir.	Lat.Esq.
S/Cor.	57	64	65	64
BathoPlaw	55	65	56	56
BathoMod.	55	65	56	56

Tabela 4 – Dose, em unidade monitora, UM, para os diferentes campos, de acordo com o método de correção, para o feixe de 6 MV.

Como pode-se observar, também para o feixe de 6 MV quando a correção, quer pelo método Batho Power Law ou Batho Modificada é aplicada, o valor calculado da dose monitor foi cerca de 3,5% menor para o campo anterior, e cerca de 16% nos campos laterais.

Para o feixe de 15 MV.

Método	Máximo(%)	Dose (Gy)				
		CTV	P. Dir.	P. Esq.	Med.	Grad.(%)
S/Cor.	102,1	55,1	54,5	54,8	51,2	7,5
EqTAR	108,6	58,1	57,6	58,1	52,4	14,3
Batho Plaw	104,2	55,6	55,1	55,6	50,6	9,7
Batho Mod.	107,2	57,4	56,8	57,3	51,2	12,8

Tabela 5 – Dose no ponto de máximo, e dose, em Gy, no CTV, nos pulmões e na medula, e os respectivos gradientes, de acordo com a correção empregada, para o feixe de 15 MV.

A tabela 6 mostra a dose monitor, calculada pelo CadPlan, para os diferentes campos, para o feixe de 15 MV.

Método	Dose (UM)			
	Anterior	Posterior	Lat.Dir.	Lat.Esq.
S/Cor.	67	73	49	49
Eq.TAR	65	74	44	44
Batho Plaw	65	74	44	44
Batho Mod.	65	74	45	45

Tabela 6 – Dose, em unidade monitora, UM, calculada pelo CadPlan, para os diferentes campos, e método de correção, para o feixe de 15 MV.

Para o feixe de 15 MV quando a correção, quer pelo Batho Power Law ou Batho Modificada é aplicada, o valor calculado da dose monitor foi cerca de 3,1% menor para o campo anterior, e de 10% nos campos laterais.

Análise dos resultados:

1) A correção da heterogeneidade mostra a forma como a curva de distribuição da dose no meio é alterada, o que, na maioria das vezes, não é levada em consideração na prática da radioterapia.

2) A prescrição da dose baseada na curva de distribuição sem correção, no histograma dose volume correspondente e na análise do gradiente de dose, induz ao erro de julgar-se que tanto o percentual da dose no ponto de máximo, quanto na sua localização mantém-se o mesmo. Na tabela 1 observa-se que, para o feixe de ⁶⁰Co, o percentual aumentou de 100,6%, sem correção, para 110,9%, quando corrigida pelo EqTAR, e foi aproximadamente igual quando corrigida quer pelo método Batho Power Law, 107,0%, quer pelo método Batho Modificada, 107,9%.

3) De acordo com a tabela 1, a dose máxima no CTV é mesma tanto sem correção como quando aplicado o EqTAR, sendo cerca de 4% menor quando corrigida pelo método Batho Power Law ou Batho Modificada.

4) A dose absorvida nos pulmões, nos tratamentos em que nenhum método de correção é aplicado, é sempre maior do que a suposta contribuição dos campos laterais. Vide tabela 1.

5) A dose na medula é maior do que a suposta somente quando o método de correção aplicado é o EqTAR, tabela 1.

6) Qualquer que seja o método de correção aplicado obtém-se sempre um gradiente de dose maior do que o obtido sem correção sendo maior, no entanto quando o EqTAR é aplicado, tabela 1.

7) Na tabela 2, observa-se que apesar dos HDV terem apresentados aproximadamente o mesmo comportamento, caso se quisesse levar em consideração a presença da heterogeneidade, os tempos de tratamento deveriam ser reduzidos em

cerca de 5% para o campo anterior e em 22% para os laterais.

8) As tabelas 3 e 5 confirmam que tanto para o feixe de 6 MV quanto para o feixe de 15 MV, tanto o gradiente como a dose nas estruturas analisada variam quando a correção é aplicada.

9) As tabelas 4, para o feixe de 6 MV e 6 para o feixe de 15 MV, mostram que a aplicação do método de correção, da mesma forma que para o feixe de ^{60}Co , resultaria numa dose monitor menor para os campos laterais.

Anatomia Topográfica x Planos de Tratamento

Marcos Davi Lemos de Mello

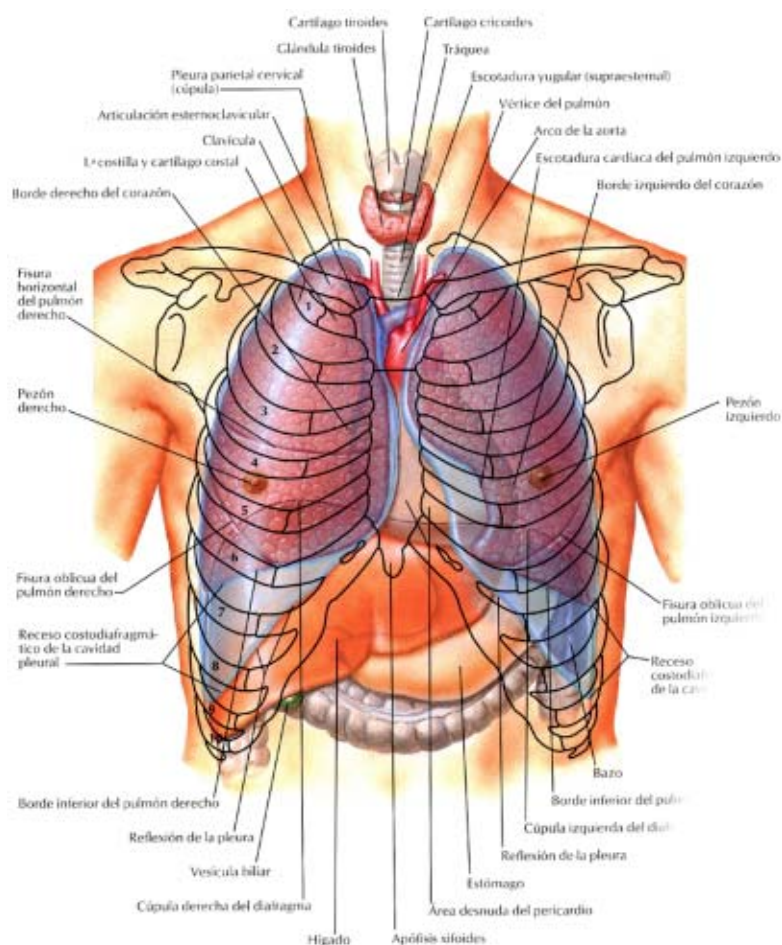
INTRODUÇÃO

A Anatomia da Região

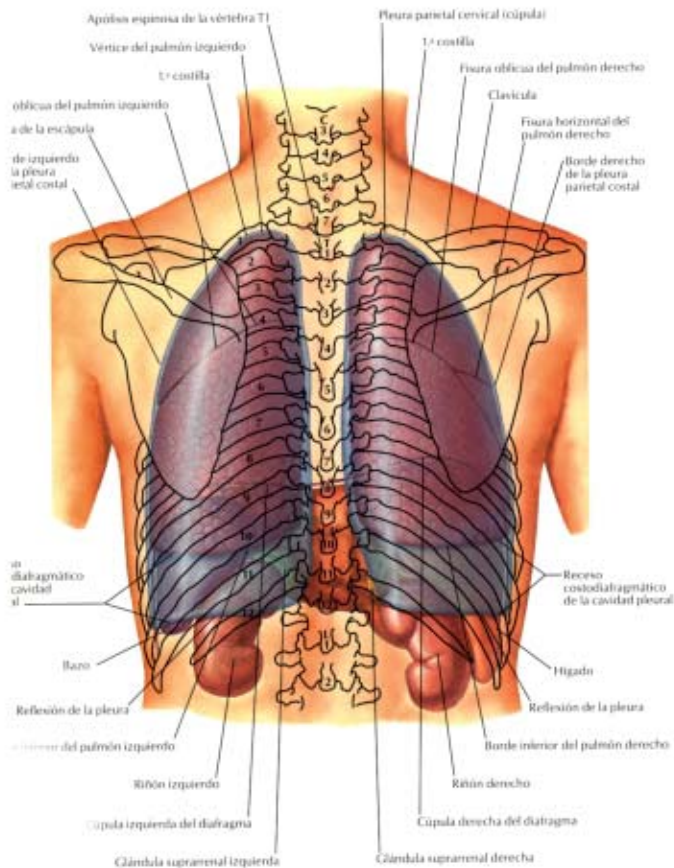
O tórax em sua conformação anatômica externa pode expressar uma estreita relação com as estruturas internas, como pode ser demonstrado nas figuras 1 e 2.

Importante é a constatação e o registro da irregularidade da superfície torácica, onde dependendo de sua localização, os diâmetros

podem ser os mais variados em relação às estruturas presentes no interior do tórax, tecido pulmonar inclusive, sendo esta uma variável sempre presente no planejamento terapêutico do tratamento do câncer pelas irradiações ionizantes.



Figuras 1. Vista anterior - Relações determinadas pela articulação esternoclavicular e os ápices pulmonares; as cartilagens costais, a silhueta cardíaca e as fossas supra e infraclaviculares.



Figuras 2. Vista posterior - Relações determinadas pela articulação esternoclavicular e os ápices pulmonares; as cartilagens costais, a silhueta cardíaca e as fossas supra e infraclaviculares.

Logo abaixo da caixa torácica podemos observar os pulmões e o pericárdio, Fig. 3.

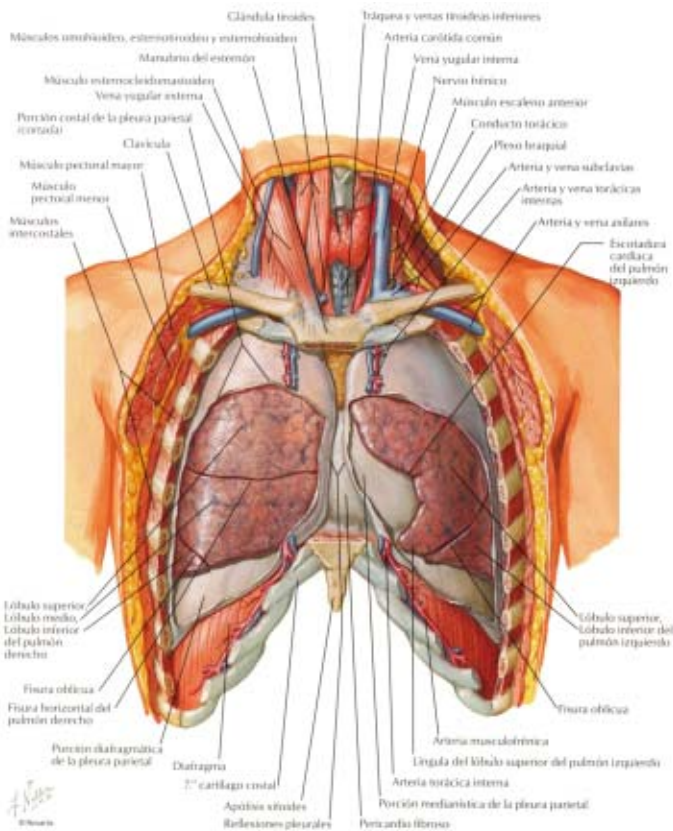


Figura 3. Pulmões e Pericárdio

O pulmão direito é constituído de 3 lobos: o superior, o médio e o inferior, não sendo sua distribuição geométrica exatamente como seria de se esperar pela descrição acadêmica. Dependendo de onde se observe o pulmão, se anterior, lateral ou posteriormente, podem estar flagrantemente os 3 lobos, predominar dois, ou um deles. Isto é de grande importância para a correta localização do tumor primitivo, seu possível lobo (posição neste lobo, se anterior, média ou posterior) onde se localiza e a drenagem linfática inerente a este lobo e sua possível cobertura com a delimitação dos campos de radioterapia adequados.

O pulmão esquerdo tem apenas 2 lobos, o superior e o inferior e neste a estrutura anatômica é mais definida, embora dependendo também de onde possa ser observado, o mesmo raciocínio anterior seja empregado, figura 4.

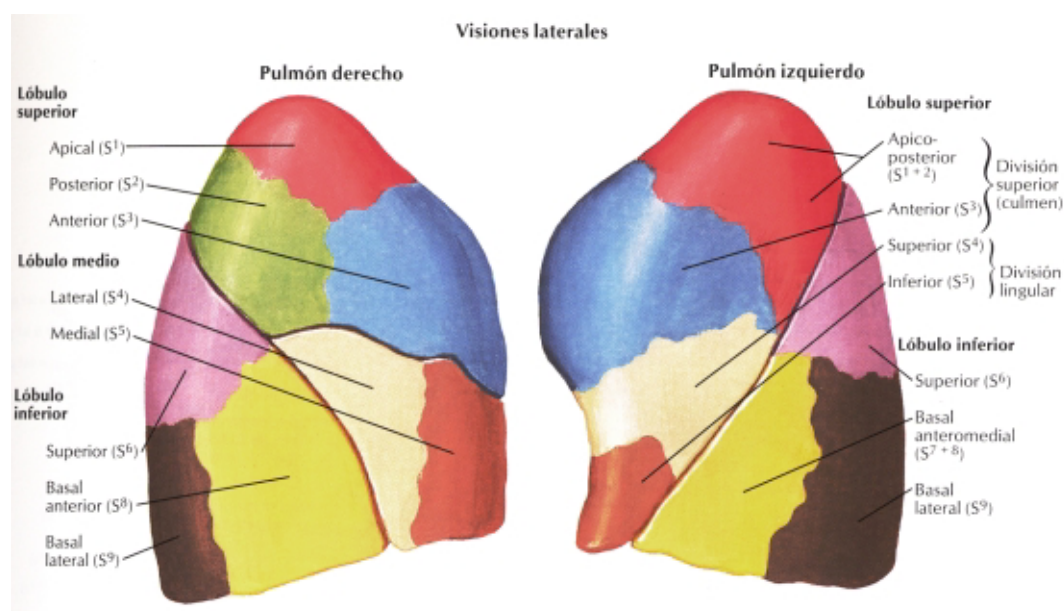


Figura 4. Lobos pulmonares

A estrutura anatômica mais importante em relação ao processo carcinogênico (formação e promoção do câncer), a árvore brônquica acha-se representada na figura 5, quando a estrutura de distribuição segmentar dos mesmos segue à mesma ordem dos pulmões direito e esquerdo anteriormente descritas.

O Mediastino é constituído por uma série de estruturas nobres que o compõem e que são determinantes no tratamento do câncer pulmonar pela radioterapia, figura 6. Entre estas estruturas as mais significativas para balizar o tratamento actínico, suas limitações, proteções e seqüelas são: o esôfago e principalmente a medula óssea, como veremos posteriormente quando formos estudar a dose e as seqüelas para

os diversos órgãos e estruturas em tela.

O Sistema Linfático intratorácico, figura 7 e sua drenagem linfática, é possivelmente, entre as estruturas em questão, as mais importantes em termos de disseminação secundária desta neoplasia, já que como sabemos este é o seu principal sítio receptor de metástases, sendo o domínio de seu conhecimento, condição indispensável para o correto planejamento tanto da localização, quanto da extensão adequada na correta delimitação dos campos de radioterapia.

Atualmente, podemos dizer com segurança que dispomos de recursos diagnósticos, em termos de imagem, suficientes para uma verdadeira dissecação por imagens das intimidades do corpo humano. Este recurso diagnóstico tem se mostrado de grande valor na exata avaliação e determinação das infiltrações e extensões dos tumores do pulmão e de inúmeros outros órgãos internos até pouco tempo atrás pobremente

avaliados.

O Planejamento Terapêutico

O planejamento terapêutico do câncer do pulmão atravessou várias etapas. Especificamente em relação à radioterapia, até o final da década de 40, quando surgiram os equipamentos de megavoltagem, o tratamento era feito de forma quase empírica, onde os equipamentos de ortovoltagem disponíveis, mesmo nos grandes centros internacionais, para administrar uma dose maior à região tumoral, necessitavam submeter os pacientes a três vezes a dose a profunda, na superfície.

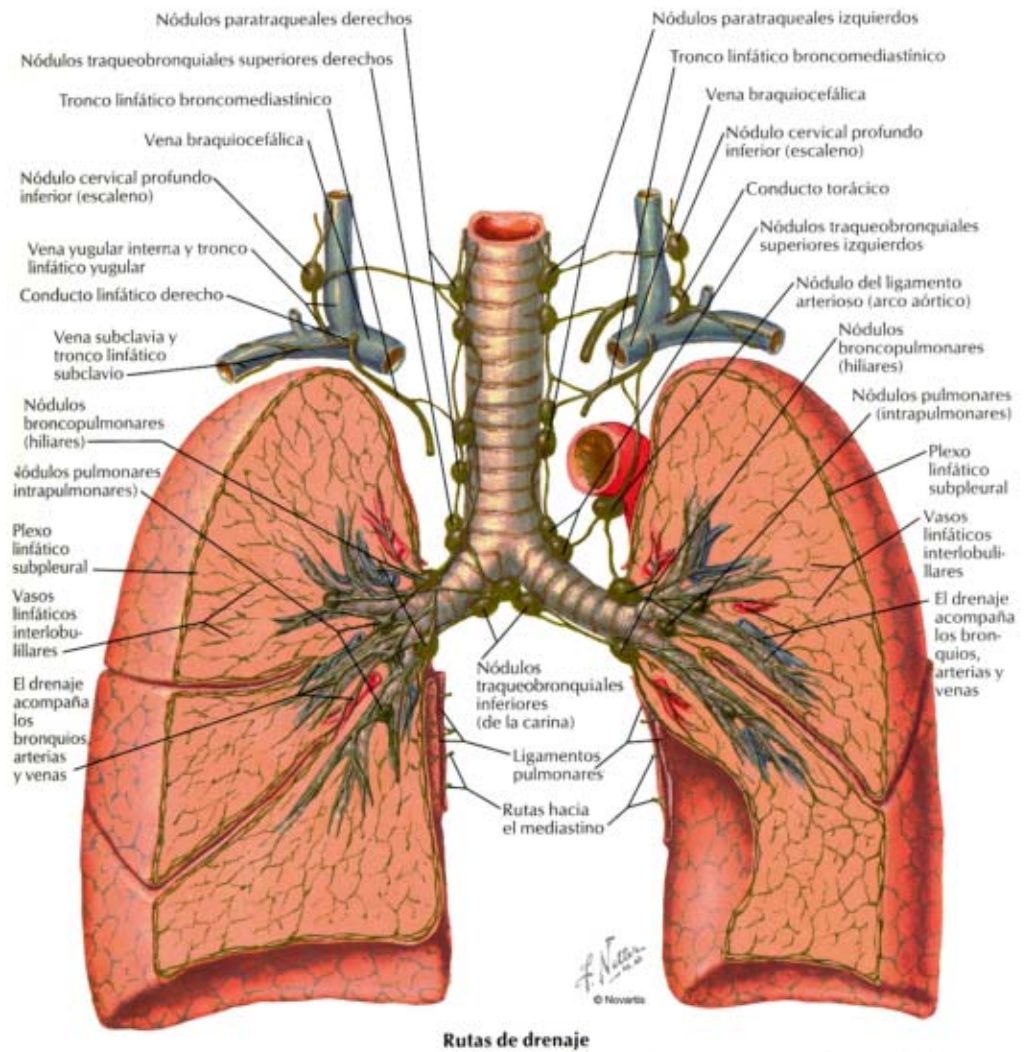


Figura 7. Sistema Linfático Intratorácico

Desta forma, tanto a intolerância da pele a estas altas doses quanto o que chegava ao tumor era insuficiente para eliminar a neoplasia maligna definitivamente, como a pouca freqüência deste tumor até o final dos anos 50, início dos anos 60, não permitiram à radioterapia um lugar de destaque no arsenal terapêutico inicial do câncer do pulmão.

Atualmente, não só com o avanço do armamentário terapêutico, como com o maior conhecimento da biologia tumoral, podemos dizer que o tratamento do câncer do pulmão ampara-se cada vez mais em premissas biológicas lógicas, que antes mesmo do tratamento ser iniciado, já nos indicam não só o possível melhor tratamento disponível, como a provável resposta ao mesmo, assim como delineiam o prognóstico da maioria dos pacientes.

O Planejamento Terapêutico do câncer do pulmão ampara-se atualmente nos Fatores Prognósticos, que são :

- O Estadiamento Clínico-Patológico da Lesão
- O Tipo Histológico
- A Performance
- A Perda de Peso
- A Mutaçao do Gene K-RAS
- A Deleção do gene Supressor
- A Presença de C-CAM Medido por Anticorpo Monoclonal
- O Nível Sérico Elevado em Enolase Neuroespecífica

Dos Fatores Prognósticos mencionados acima, os mais importantes atualmente para definir a opção terapêutica inicial do paciente, são o Estadiamento Clínico-Patológico (como se apresenta o tumor na época do diagnóstico , o TNM); o Tipo Histológico (se carcinoma epidermoide, adenocarcinoma, pequenas células, indiferenciado) e a performance.

Em relação ao Estadiamento Clínico-Patológico, resumidamente, podemos adiantar que de um modo geral, se o tumor não for muito avançado na época do diagnóstico, até o Estadiamento IIb, IIIa, e existindo condições cirúrgicas satisfatórias, os pacientes são submetidos a esta forma de tratamento, restando em princípio para a radioterapia os pacientes portadores de tumores mais avançados, Estadiamento IIIa, IIIb.

O tipo histológico é também determinante na escolha da opção terapêutica. De um modo geral, a não ser os tumores de pequenas células, a opção cirúrgica continua sendo a preferencial nos demais tumores quando não muito avançados na época do diagnóstico.

A performance também é determinante na opção terapêutica destes pacientes, pois aqueles que apresentam o comprometimento muito acentuado do estado geral, seja por perda ponderal de peso significativa — 10% ou mais em 6 meses — assim como, baixa condição ventilatória, algum tipo de débito cardíaco inadequado ao processo de estresse cirúrgico e anestésico, são rejeitados pela cirurgia e encaminhados à radioterapia, configurando-se a norma de que os pacientes submetidos à radioterapia são inevitavelmente, em média, os de prognóstico mais sombrio.

Os demais fatores prognósticos descritos acima, principalmente os genéticos, tem atualmente pouca definição em relação à opção terapêutica proposta, o que provavelmente não será a regra em um futuro próximo, quando presume-se estes componentes genéticos terão um papel importante a desempenhar na estratégia terapêutica a ser empregada.

Aqui, nesta ocasião, abordaremos apenas a radioterapia radical e o seu planejamento terapêutico, deixando as demais formas e opções de tratamento para momento mais adequado. O Planejamento terapêutico no tratamento radical do câncer do pulmão obedece à uma seqüência de eventos técnicos que se iniciam após avaliado e estadeado o paciente em tela pela correta definição do VOLUME ALVO e da CONFIGURAÇÃO dos CAMPOS de RADIOTERAPIA, que são basicamente

definidos pelas variáveis abaixo :

1. Tamanho e Localização do Tumor Primário
2. Drenagem Linfática
3. Tipo Histológico
4. Equipamento Disponível

O tamanho e a localização do tumor primitivo são determinantes na configuração do arranjo de campos adequados a cobrir não só a área do tumor primitivo como a drenagem linfática inerente ao tumor. Dependendo do lobo pulmonar onde se localiza o tumor primitivo, a área a ser coberta pelos campos de irradiação obedecerá em geral a um delineamento prévio.

A drenagem linfática a ser coberta pelos campos de irradiação é em geral também definida pela localização do lobo pulmonar onde se encontra o tumor primitivo. Sendo assim, os tumores localizados nos lobos pulmonares superiores obrigam a que os campos incluam as fossas supraclaviculares superiormente, assim como inferiormente, devem incluir em média, 5 a 6 cm abaixo da carina.

Nos tumores localizados nos lobos médios e inferiores não é obrigatório incluir as fossas supraclaviculares nos campos de irradiação, sendo que quando os tumores são primitivos dos lobos inferiores, todo o mediastino deve ser incluído nos campos. Atualmente, a inclusão do mediastino contralateral nos campos de irradiação é contestada por grande parte dos serviços, sendo suas indicações restritas ao comprometimento grosseiro, demonstrado por mediastinostomia ou por imagem, pois a extensão demasiada do volume pulmonar a ser irradiado só aumenta as complicações.

O tipo histológico é também importante na delimitação dos campos pois sabemos que os adenocarcinomas apresentam-se preferencialmente na periferia do pulmão e tem uma elevada tendência para metástases à nível dos gânglios do hilo e do mediastino, assim como à distância.

Finalmente, como o equipamento disponível, deve-se levar em conta não só a disponibilidade dos serviços em máquinas de tratamento, sejam aceleradores lineares, bombas de cobalto, como a estrutura de apoio no planejamento terapêutico, tais como os simuladores, os sistemas de planejamento em 3

dimensões, a confecção de blocos de proteção, a disponibilidade de tomografias computadorizadas, ressonâncias nucleares magnéticas, um departamento de física atualizado e a rotina que se possa dar a esta parafernália de equipamentos e material humano serão determinantes no planejamento mais ou menos apurado e na otimização deste tratamento.

O volume alvo, após esta definição, será determinado e obrigatoriamente compreenderá em média uma margem de segurança que nos planejamentos em 2D, rotineiramente não devem ser menores do que 2.0cm ao redor do tumor primitivo e 1.0 ao redor da drenagem linfática eletiva.

Mais recentemente, o RTOG, grupo cooperativo norte-americano envolvido no estudo e no aprimoramento das técnicas de radioterapia para o tratamento do câncer do pulmão, definiram uma nova nomenclatura para otimizar a definição do volume alvo neste tratamento, sendo esta a tendência presumida a ser adotada nos planejamentos em 3D, caminho natural da radioterapia nos próximos anos.

Volume Alvo

A delimitação do volume alvo aqui, segue uma tendência de configurar os campos de formatos irregulares no sentido de prover proteção adequada e máxima aos tecidos normais adjacentes ao tumor, assim como é norma arranjá-los em forma múltipla com o mesmo sentido anterior.

Dificuldades

As dificuldades para definir o volume alvo adequado ao tratamento radioterápico do câncer do pulmão, iniciam-se pelas próprias características anatômicas da região onde a superfície irregular e inclinada do tórax faz com que as distâncias entre a superfície do tórax e o tumor tenham medidas díspares dependendo do segmento torácico comprometido, necessitando quase sempre uma devida correção a ser efetuada com filtros compensadores.

Outra dificuldade intrínseca é determinada pelos limites de dose observados tanto pelo pulmão quanto das demais estruturas contidas na região, sendo indispensável lembrar que em virtude da baixa densidade do tecido pulmonar, faz-se necessário o uso de filtros compensadores para normalização de dose neste órgão.

Planejamento Terapêutico em 2D e 3D

A tendência atual, como frisamos anteriormente é para todos os planejamentos terapêuticos em radioterapia profunda serem executados em 3 dimensões (3D). Esta prática demonstra que pode-se desta forma otimizar o tratamento, não só aumentando a dose para o tumor e suas drenagem linfática, como também reduzindo a dose para o tecido sã.

Entretanto para agregarmos este avanço tecnológico importante à rotina de nossos serviços, necessitamos dispor além do equipamento indispensável, como o simulador e o sistema de planejamento, inserir uma rotina de trabalho compatível com o aproveitamento aprimorado deste equipamento.

Em resumo, a rotina para a execução razoável do planejamento terapêutico em 2D e 3D, segue abaixo:

Planejamento em 2D:

- Posicionamento
- Radiografia Simples do Tórax
- Fluoroscopia
- Marcações Anteriores e Laterais
- Reprodução
- CT
- Portal Filme
- Espessuras Múltiplas

Planejamento em 3D:

- Simulação em CT
- Posicionamento
- Fixação – (Braços acima da cabeça ?)
- Múltiplos Focos a Laser
- Fluoroscopia
- Radiografia de Perfil
- Feixes Oblíquos (Braços ?)

Como vemos, aparentemente as rotinas de posicionamento e localização são parecidas, entretanto o rigor empregado é substancialmente maior na programação em 3D, quando alguns itens como o posicionamento do paciente pode ser ao contrário da programação em 2D, quando a posição é rotineiramente em decúbito dorsal, braços estirados para baixo diferente, com braços colocados acima da cabeça. Nesta circunstância, deve-se observar criteriosamente se os feixes não estão entrando ou saindo através dos braços, o que não é recomendável. Utiliza-se aqui também as radiografias em perfil, dispensáveis na programação em 2D.

Técnicas de Tratamento

As técnicas de tratamento, se as separarmos aqui do planejamento, deve-se a uma tentativa de tornar este material um pouco mais didático. Durante muito tempo o planejamento terapêutico em 2D condicionou a que a maioria dos tratamentos se fizesse às custas de campos paralelos e opostos até determinada dose, no caso 45 Gy e se continuasse o tratamento através da campos angulados.

Caso não tivéssemos no campo de irradiação estruturas tão nobres quanto o esôfago, o coração e principalmente a medula óssea o planejamento terapêutico do câncer do pulmão não ofereceria maiores dificuldades, além daquela inerente às próprias limitações de dose do pulmão como abordaremos adiante.

Sendo assim, os campos paralelos e opostos, como rotineiramente encampam o mediastino, podem ser utilizados até o limite de dose médio de 45Gy, quando então, por limitações de dose em estruturas nobres, medula óssea principalmente, somos obrigados a utilizar outros arranjos de campo que devem continuar o tratamento.

Como em média a dose prevista como suficientemente mínima para um objetivo terapêutico radical está em torno de 60 a 65Gy e esta dose é incompatível para as estruturas citadas acima, sem causar efeitos secundários deletérios, podemos utilizar então os arranjos de campo abaixo discriminados que devem ser configurados através de simulação e portal filme, assim como é indispensável levar em conta a própria fisiologia respiratória e cardiovascular, o que inevitavelmente faz com que o pulmão seja um órgão em permanente movimento de expansão e retração, o que deve ser levado em conta na configuração final dos campos. É indispensável o registro de que quanto menor a sofisticação de recursos de um serviço, maiores serão estas margens de segurança ao redor do tumor e da drenagem linfática, o que inevitavelmente compreende uma maior quantidade de tecido normal a ser irradiado com possibilidades maiores de danos e seqüelas ao tecido são.

Técnicas de Tratamento

- Campos Paralelos e Opostos
- Campos Angulados
- Campos Ortogonais
- Campos Laterais

Faz-se necessário o registro de que os campos laterais utilizados por alguns serviços, comprovadamente aumentam a dose para o tecido pulmonar são, o que deve ser sempre levado em conta quando do planejamento terapêutico anterior.

A dose as Respostas, as Limitações e as Sequelas

Segundo as premissas apregoadas por Gilbert Fletcher, a dose suficientemente hábil para para esterilizar o carcinoma broncogênico estaria em torno de 80 a 100 Gy. Todavia na prática diária tem sido impossível trabalhar com estes altos níveis de dose, o RTOG, grupo cooperativo norte-americano, estudando a dose e sua resposta em câncer do pulmão, em estudos randomizados, constatou que obtinha respostas parciais e completas de acordo com o nível de dose administrado, levando-se em conta as frações diárias convencionais de 1.8 a 2.0Gy:

RTOG - DOSES E RESPOSTAS (Parciais e Completas)

40 Gy	_____	40%
50 Gy	_____	50%
60 Gy	_____	56%

Pulmão

A observação inicial importante em termos de limite de dose na região é a de que o próprio tecido pulmonar pode apresentar dano com dose a partir de 20 Gy. Sendo este o limite de dose considerado seguro para este tecido.

Diversos autores internacionalmente reconhecidos tem estudado a dose, a resposta e as seqüelas no câncer do pulmão, conforme descreveremos abaixo de forma esquemática para uma melhor compreensão :

Ball - Aumento da sobrevida com doses acima de 60 Gy

Wurschmidt - Aumento da sobrevida com doses acima de 70 Gy

Cox e Al - 69.6 Gy superior a doses mais baixas e a 74.4 e a 79.2

Outros estudos randomizados tem mostrado em 3 braços, a radioterapia convencional com 60 Gy, a radioterapia hiperfracionada com 69.6 Gy e a associação concomitante entre a radioterapia e a quimioterapia, que a associação de radioterapia e quimioterapia apresenta melhores resultados, seguida pela radioterapia hiperfracionada e finalmente a radioterapia convencional.

Parece, no momento, que as doses acima de 69.6 Gy não apresentam vantagens que superem os efeitos secundários e as seqüelas ao tecido são, estando entre as mais freqüentes, as pneumonites que podem se manifestar já dentro dos 3 meses imediatos ao tratamento, assim como as fibroses pulmonares, um pouco mais tardiamente. O dano ao tecido pulmonar são tem uma relação íntima com a dose, o fracionamento,

o volume irradiado, assim como os efeitos são consideravelmente exacerbados com a associação com alguns quimioterápicos, como os agentes alquilantes, principalmente a doxorubicina.

Outras estruturas como a traquéia, os brônquios proximais e a pleura não oferecem sensibilidade maior.

Ainda em relação ao tórax, as costelas não devem receber uma dose superior a 50 Gy. As mamas, principalmente quando em fase de crescimento, o que é raro na faixa etária propícia ao câncer do pulmão, podem sofrer retardo no seu desenvolvimento com doses entre 10 a 15 Gy. O plexo braquial, pode sofrer alterações sensitivas e motoras cerca de 18 meses após doses de 55 Gy.

Medula Espinhal

A Medula Espinhal é entretanto a estrutura contida no tórax mais importante no planejamento terapêutico do câncer do pulmão. A dose, com frações convencionais não pode ultrapassar os 45 Gy, podendo se ultrapassado este limite, já agudamente se apresentar a Síndrome de Lhermitte, que clinicamente se manifesta pela sensação de choque que vem de trás e migra para os membros. Apresenta-se 2 a 4 semanas após a radioterapia e pode perdurar por 6 a 9 meses.

O dano crônico, aquele que pode aparecer entre 6, 7 a 24 meses após a radioterapia, ocasiona deficiências sensitivas e motoras abaixo do segmento afetado e pode evoluir para paraplegias e tetraplegias se os limites de dose na região não forem obedecidos.

Ainda deve-se ressaltar que o segmento medular contido no terço superior do tórax é o mais sensível, devendo-se levar esta premissa em conta nos planejamentos terapêuticos.

Existe uma relação ainda importante entre a dose, o volume do segmento irradiado e a associação com quimioterápicos como o metrotexate, o etoposide e a cisplatina.

Esôfago

O esôfago pode ser um importante órgão limitador do tratamento, pois está inicialmente sempre no campo de irradiação, apresenta logo com 2 a 3 sema nas de radioterapia em doses convencionais, a esofagite, que se caracteriza por secreção e dor, sendo necessário algumas vezes a interrupção do tratamento por 1 semana.

As complicações podem evoluir tardiamente para estreitamento, perfurações e fístulas. Sendo exacerbadas pela Cisplatina e a dose não podendo aí elevar-se acima de 65 Gy.

Coração

A principal estrutura do coração a sofrer a ação da radioterapia é o pericárdio, podendo apresentar síndromes agudas com dores torácicas, febre e derrame pericárdico no curso do primeiro ano após a radioterapia, assim como as síndromes crônicas, com fibrose e retração pericárdica, configurando-se a pericardite constrictiva, quadro grave se relacionado a neoplasia.

As doses de 20 Gy já devem ser observadas com cuidado, assim como aos 30 Gy deve-se proceder à proteção subcarineal. Em relação às coronárias, se doses acima de 45 Gy são administradas, pode ocorrer coronariopatia obstrutiva após 10 a 15 anos.

O Futuro

O tratamento do câncer do pulmão com radioterapia parece estar caminhando para uma associação interessante onde a programação em 3 dimensões será obrigatória, podendo as doses não convencionais serem uma opção exequível, assim como a utilização concomitante da quimioterapia, seja com os atuais quimioterápicos, como com o aparecimento de novas drogas, desempenhará daqui para diante uma importante função na abordagem terapêutica desta freqüente e agressiva neoplasia maligna, que pelos parâmetros atuais da epidemiologia mundial ainda será por muito tempo um desafio considerável a imaginação, à pesquisa e aos programas de prevenção do câncer, principalmente, no caso, o difícil e utópico controle do tabagismo.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- BENTEL G. Radiation Therapy Planning. 2ª ed. McGraw-Hill Co., New York, 1996.
- NETTER, F. H. Atlas de anatomia humana 2ª ed. Novartes, East Hanover New Jersey, 1999.
- PEREZ C, BRADY L. Principles and Practice of Radiation Oncology. 3ª ed. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1998.
- Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy. ICRU REPORT 50 – International Commission on Radiation Units and Measurements. 7910 Woodmont Avenue. Behtesdam Maryland 20814. U.S. A.
- Radiation Oncology: Management Decisions. Editor : K.S. Clifford Chao, M.D.; Carlos A. Perez, M.D., Luther W. Brady, M. D. Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia – New York.

- SALVAJOLI JV, SOUHAMI L, FARIA SL. Radioterapia em Oncologia. MEDSI Editora Médica e Científica Ltda, Rio de Janeiro, 1999.
- YOUNES RN. Tumores Torácicos. MEDSI Editora Médica e Científica Ltda, Rio de Janeiro, 1997.
- Estimativas da incidência e mortalidade por Câncer no Brasi. Ministério da Saúde, Secretaria Nacional de Assistência à Saúde. Instituto Nacional do Câncer, Brasil, 2.000.
- Radiation Oncology: Management Decisions. Editor: K. S. Clifford Chao, M. D. Carlos Perez, M. D., Luther W. Brady, M. D Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia – New York, January, 1999.
- Radioterapia em Oncologia. João Vítor Salvajoli, Luis Souhami e Sergio Luiz Faria. Copyright @ 1999 by MEDSI Editora Médic e Científica Ltda.
- International Adjuvant Lung Cancer Trial, IALT. A large-scale trial evaluating adjuvant chemotherapy after curative resection of non small cell lung cancer. Initiated by the Institute Gustave-Roussy, Villejuif, France, June 1995.
- Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy.
- ICRU Report 50 – International Commission on Radiation Units and Measurements. 7910 Woodmont Avenue. Bethesdam Maryland 20814. U.S. A.
- Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50) ICRU Report 62 – International Commission on Radiation Units and Measurements. 7910 Woodmont Avenue. Bethesdam Maryland 20814. U.S. A.
- Radiation Therapy Planning: including problem and solutions. Bentel, Gunila Carleson, 2 ed. McGraw-Hill Health Profissons Division, 1996.
- ICRU 24 – International Commission on Radiation Units and Measurements. Determination of Absorbed Dose in a Patient Irradiated By Beams of X or Gamma Rays in Radiation Therapy. ICRU Publications, 1976. 7910 Woodmont Avenue, Suite 1016 Behtesda, Maryland 20814 – U.S.A.
- The Physics of Radiation Therapy, Second Edition, March, 1997. Khan, Faiz M., Ph.D. Williams & Wilkns. A Waverly Company
- Textbook of Radiation Oncology. Edited by Steven A. Leibel, M.D., Theodore L. Phillips, M.D. Copyright @ 1998 by W. B. Saunders Company.
- Sontag MR, Cunningham JR. Corrections to absorbed dose calculations for tissue inhomogeneities. Med Phys 1977, 4: 431 - 434.
- Sontag MR, Cunningham JR. The equivalent tissue-air ratio method for making absorbed dose calculation in a heterogeneous medium. Radiology 1978; 129: 787 - 794.
- Johns HE, Whitmore GF, Watson TA, Umberg FH. A system of dosimetry for rotation therapy with typical rotation distributions. J. Can Assn Radiol 1953, 4:1.
- Batho, HF. Lung corrections in cobalt 60 beam therapy. J. Can. Ass Radiol. 1964, 15: 79 – 83.
- Young MEJ, Gaylord JD. Experimental tests of corrections for tissue inhomogeneities in radiotherapy. Br J Radiol