Física da Radiología-F852. Aulas Cap. 13-4.

Mário Antônio Bernal Rodríguez [1]

[1] Departamento de Física Aplicada-DFA
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP Local-DFA 68
email: mabernal@ifi.unicamp.br
url pessoal: www.ifi.unicamp.br\ ∼mabernal

Livro de texto fonte: J. T. Bushberg et al. The essential physics of medical imaging.

Resumo

1. Tomografia Axial Computadorizada
   - Fluoroscopia por CT
   - Visualização de imagens
   - Dose de radiação
   - Qualidade de imagem

Resumo

1 Tomografia Axial Computadorizada

Fluoroscopia por CT

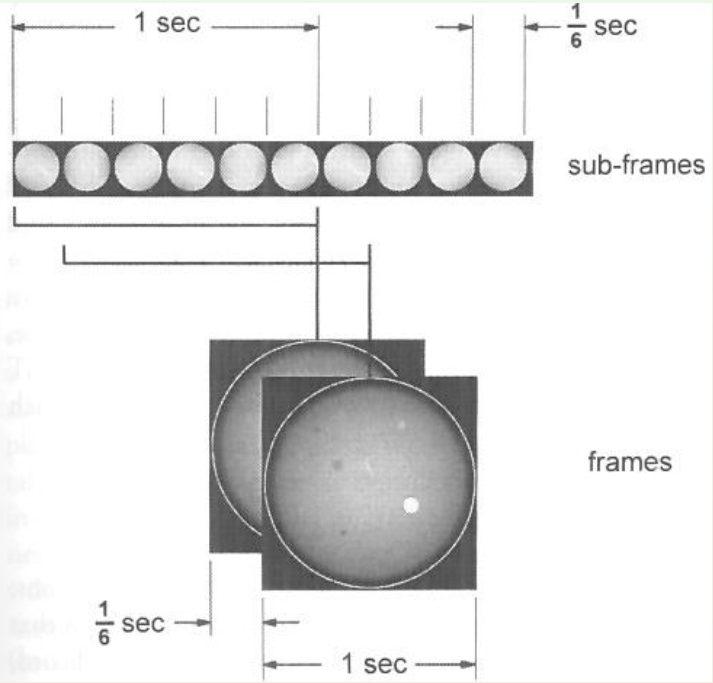
Visualização de imagens

Dose de radiação

Qualidade de imagem

Fluoroscopia por CT

Fundamentos



- Imagens quase em tempo real, 6 cortes/s. Usadas para fazer biópsias.
- Alta dose. Baixa corrente (20-50 mA). En CT normal usa-se 15–400 mA
- Varredura de 60° é superposta com informação do corte anterior

Resumo

1 Tomografia Axial Computadorizada

Fluoroscopia por CT

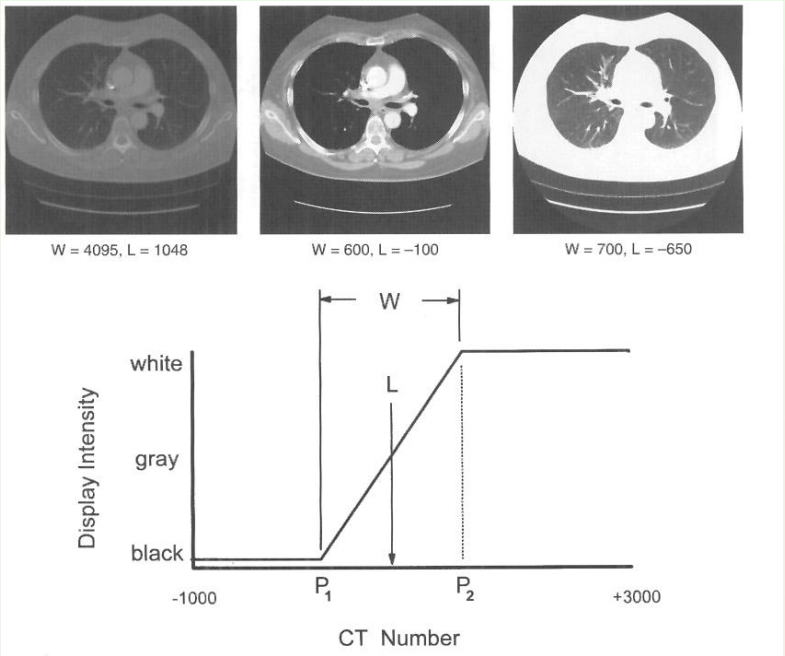
Visualização de imagens

Dose de radiação

Qualidade de imagem

Monitor digital

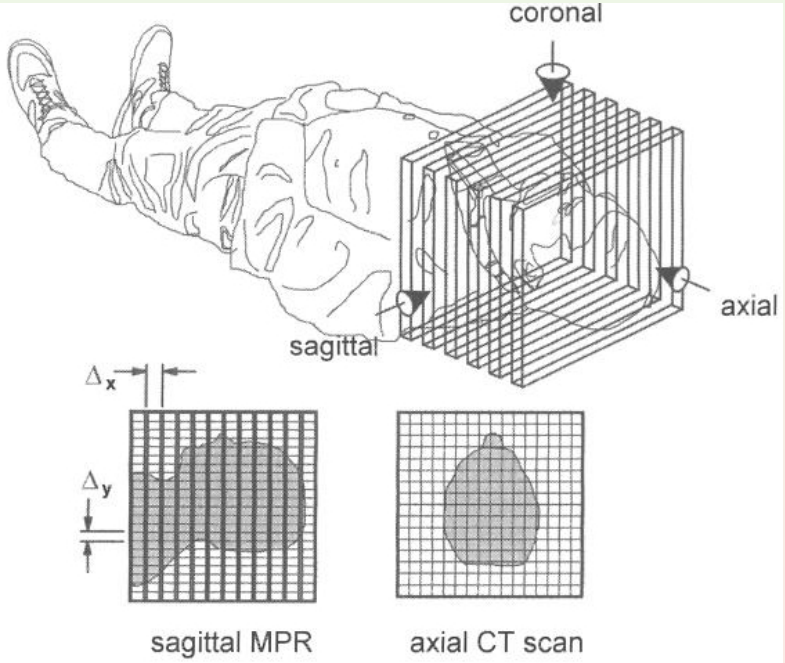
Janela de contraste



- Imagens típicas de 12 bits (4096 tons de cinza) mas os monitores só trabalham com 8 bits (256 tons). Olho humano só distingue 30-90 tons de cinza (6-8 bits suficientes)
- Usa-se uma janela móvel de contraste. Aparece saturação.

Reconstrução multiplanar

Diagrama

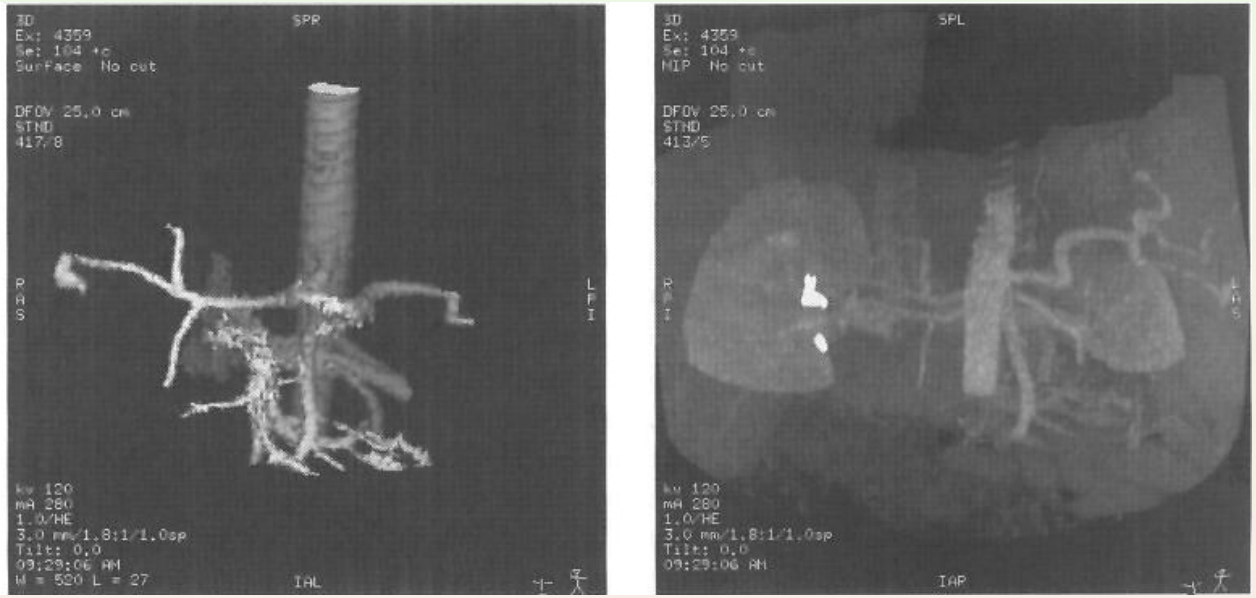


Fundamentos

- A informação contida nas imagens é 3D. Corte em qualquer direção pode ser reconstruído.
- Principais projeções: axial, sagital e coronal.
- A resolução axial depende da largura do corte

Visualição 3D

Exemplo em 3D



- Requeridas em cirurgias craneo-facial, radioterapia, etc.
- Técnicas: volume rendering ou reprojeção.

Resumo

1 Tomografia Axial Computadorizada

Fluoroscopia por CT

Visualização de imagens

Dose de radiação

Qualidade de imagem

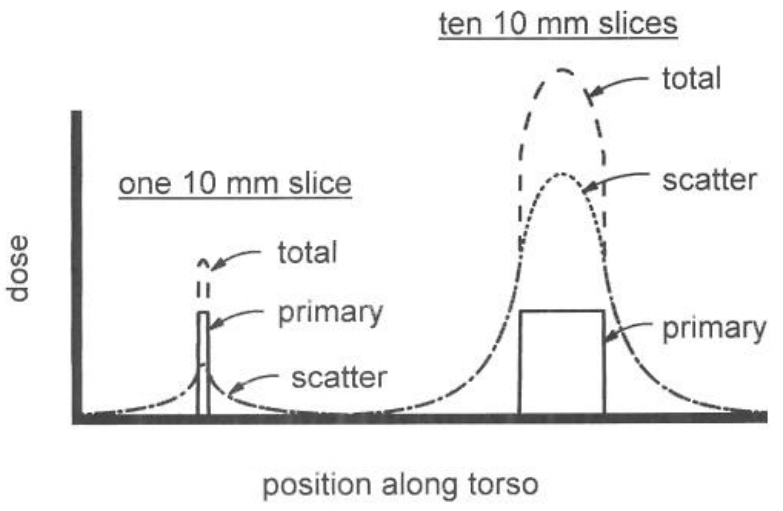
Dose de radiação

Aspectos importantes

- Radiografia: exposição de entrada
- Mamografia: dose glandular média
- CT: Dose média em múltiplos cortes (MSAD)
- CT: distribuição mais homogênea, corte estreito é irradiado, precisa de SNR grande para bom contraste$\rightarrow$ alta dose impartida
- Radiografia: 120 kVp, 5 mAs. CT: 120 kVp, 200 mAs
- A dose é referida ao ar

Dose de radiação

Perfis de dose

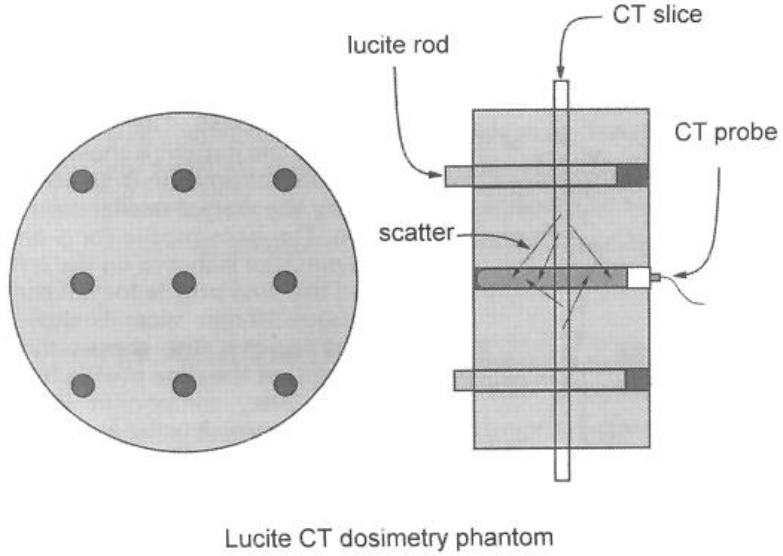


Aspectos importantes

- Alta radiação espalhada
- MSAD inclui a dose devido a radiação primária e espalhada
- A MSAD pode ser medida com fantoma
- CTDI: índice de dose da CT. Dose em um ponto com 7 cortes a cada lado. Pode ser medida com TLD ou com câmara de ionização tipo lápis.

Dose de radiação

Configuração experimental



Aspectos importantes

- $CTDI_{100} = \frac{1}{T}\int_{-50mm}^{+50mm} D(z)dz$
- Quando medida com CI, $CTDI = f\ XL/T$, f: dose/kerma, X: kerma, T: largura do corte, L: comprimento da câmara
- Fatomas de PMMA com 16 (cabeza) e 32 cm (tórax) de diâmetro, f=0.893 mGy/mGy
- Em fluoroscopia, a dose estima-se usando dependência $CTDI \propto mA$

Dose de radiação

CTDI

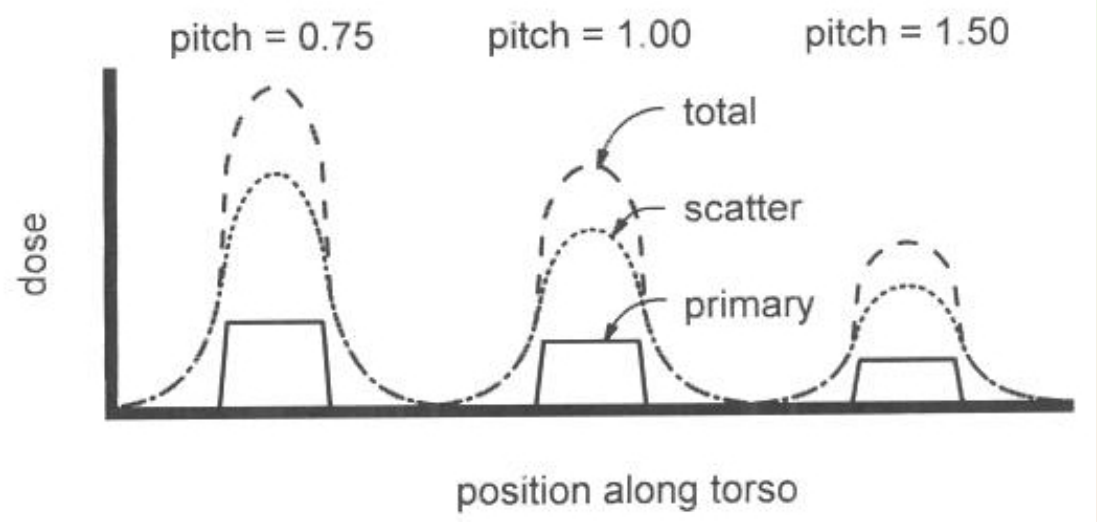
TABLE 13-1. TYPICAL COMPUTED TOMOGRAPHY DOSE INDEX DETERMINED DOSES AT 100 MAS TUBE CURRENT (AVERAGED FROM FOUR MANUFACTURERS DATA)

Peak Kilovoltage (kVp)	Head (16 cm diameter, mGy)	Body (32 cm diameter (mGy))
80	6.4	1.5
100	12.3	3.5
120	17.1	6.4
140	23.4	7.2

- A CTDI aumenta com o kVp e diminui com o diâmetro do paciente.

Dose de radiação

CT helicoidal



- Para $T/C < 1$ (over-scanning) dose é maior do que para $T/C > 1$

Resumo

1 Tomografia Axial Computadorizada

Fluoroscopia por CT

Visualização de imagens

Dose de radiação

Qualidade de imagem

Qualidade de imagem

Resoluções espacial e de contraste

- A CT tem pior resolução espacial que a radiografia convencional é a mamografia
- Radiografia convencional: 7 pl/mm. Radiografia digital: 5 pl/mm. CT: 1 pl/mm
- Porém, tem a melhor resolução por contraste entre todas estas técnicas. Radiografia: 5 %, CT: 0.5 %
- $SNR \propto No.ftons$, quanto menor é o tamanho do pixel menor é a SNR. Compromisso entre a resoluções espacial e de contraste
- $D \propto \frac{SNR^2}{\Delta^3 T}$, Δ: dimensão do pixel, T: largura do corte

Qualidade de imagem

Fatores que afetam a resolução espacial

- Passo do detector: influi no espaçamento entre raios
- Apertura do detetor: largura sensível do detetor, quanto menor, maior a resolução
- No. de vistas e No. de raios. Quanto menor o número, menor a resolução
- Tamanho do ponto focal: quanto menor, maior nitidez e resolução
- Magnificação: Quanto maior, maior o borrado da imagem. Depende das dimensões do gantry e do paciente.
- Largura do corte. Quanto maior, menor a resolução espacial axial e produz efeito de volume parcial
- O campo de visão e tamanho da matriz determinam o tamanho do pixel

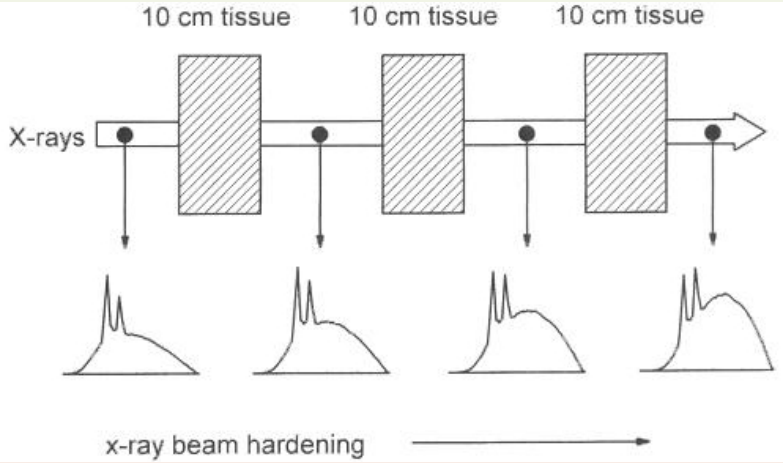
Qualidade de imagem

Fatores que afetam a resolução de contraste

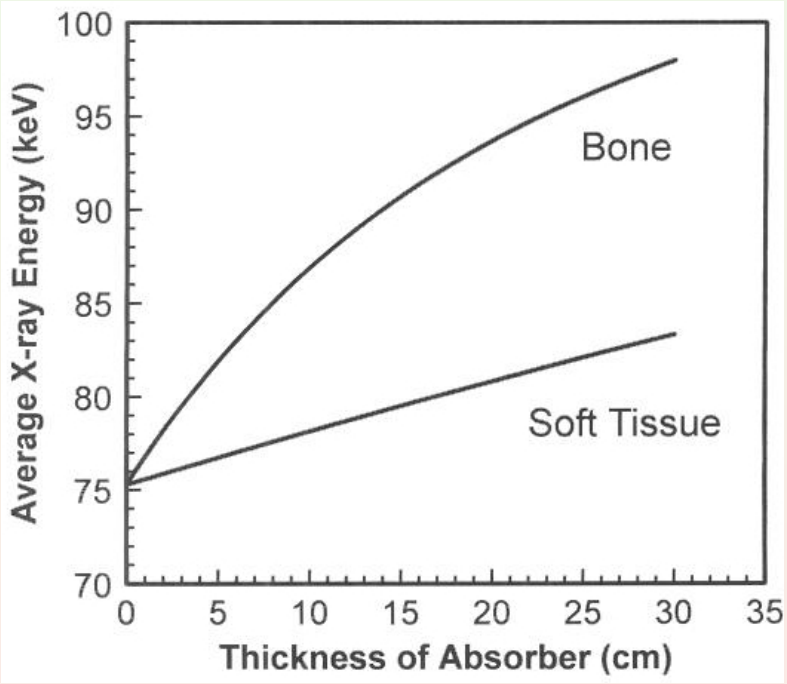
- mAs: afeta a SNR, maior mAs, melhor SNR
- Dose: incrementa linearmente com o mAs
- Tamanho do pixel: quanto menor, menor o número de fótons e pior a SNR
- Largura do corte, influi linearmente no número de fótons. Duplicando este, aumenta em $\sqrt{2}$ a SNR
- Tamanho do paciente: quanto maior, menor o número de fótons detetados, piorando a SNR

Endurecimento do feixe

Espectros em profundidade

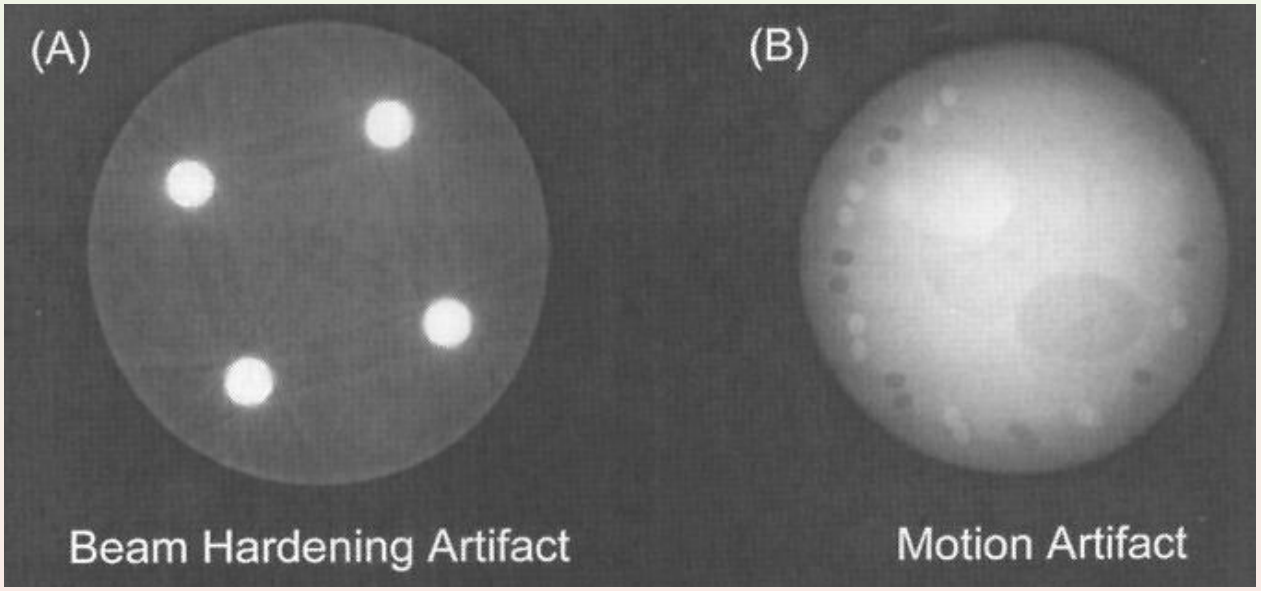


Influência do tecido



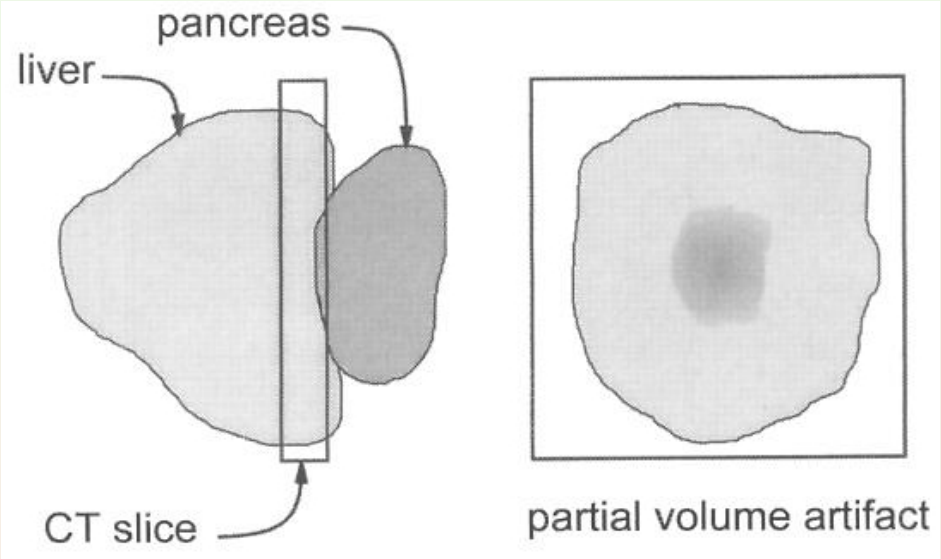
Endurecimento do feixe e movimento do paciente

Artefatos



Efeito do volume parcial

Exemplo



- O valor do μ em um pixel é o valor médio para todos os tecido que estão dentro de ele
- Pode ser reduzido diminuindo a largura do corte