Física da Radiología-F852. Aulas Cap. 9-2.

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 Fluoroscopia
- Funcionamento do II
- Acoplamento ótico
- Câmara de vídeo
- Controle automático de brilho
- Qualidade de imagem
- Instalações para fluoroscopia
- Dose

Resumo

1 Fluoroscopia
- Funcionamento do II
- Acoplamento ótico
- Câmara de vídeo
- Controle automático de brilho
- Qualidade de imagem
- Instalações para fluoroscopia
- Dose

Intensificador de Imagem

Função

Gerar uma imagem ótica reduzida a partir de uma imagem de raios-X.

Intensificador de Imagem

Fator de conversão

É uma medida do ganho de um II. As intensidades de entrada e saída são medidas em mR/s e candela per metro quadrado, respetivamente.

$$CF = \frac{I_s[cd/m^2]}{I_e[mR/s]}$$

Intensificador de Imagem

Ganância de brilho

É o produto dos ganhos eletrônicas e de redução. O ganho eletrônica é $\approx$50.

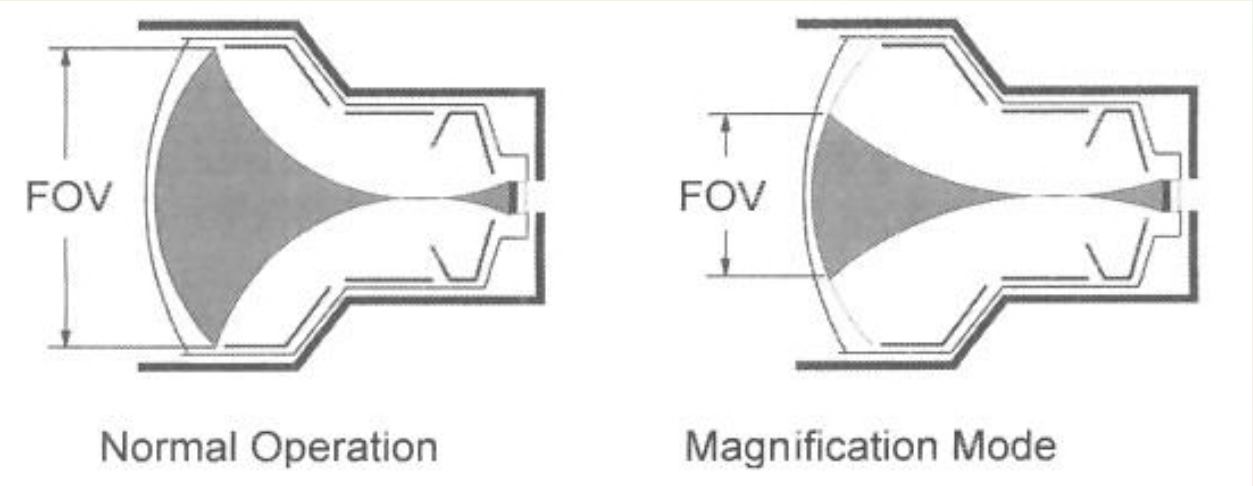
O ganho de redução (GR) depende do tamanho da tela de entrada e do modo de magnificação.

- Tela de 30 cm: GR=144
- Modo de 23 cm: GR=81
- Modo de 17 cm: GR=49

O ganho de brilho oscila entre 2500 e 7000. Quanto maior é a magnificação, menor é o ganho de brilho.

Intensificador de Imagem

Modo de magnificação



Intensificador de Imagem

Campos de visão. Modos de magnificação

- Campos de visão: 23, 30, 35 e 40 cm. Depende da região anatômica a estudar.
- Para uma mesma tela, vários modos de magnificação podem ser escolhidos, mudando o enfoque dos elétrons. Correspondentemente, o colimador do tubo de raois-X é ajustado.
- Mudando de 23 para 18 cm o campo de visão, a taxa de exposição é aumentada em 23/18

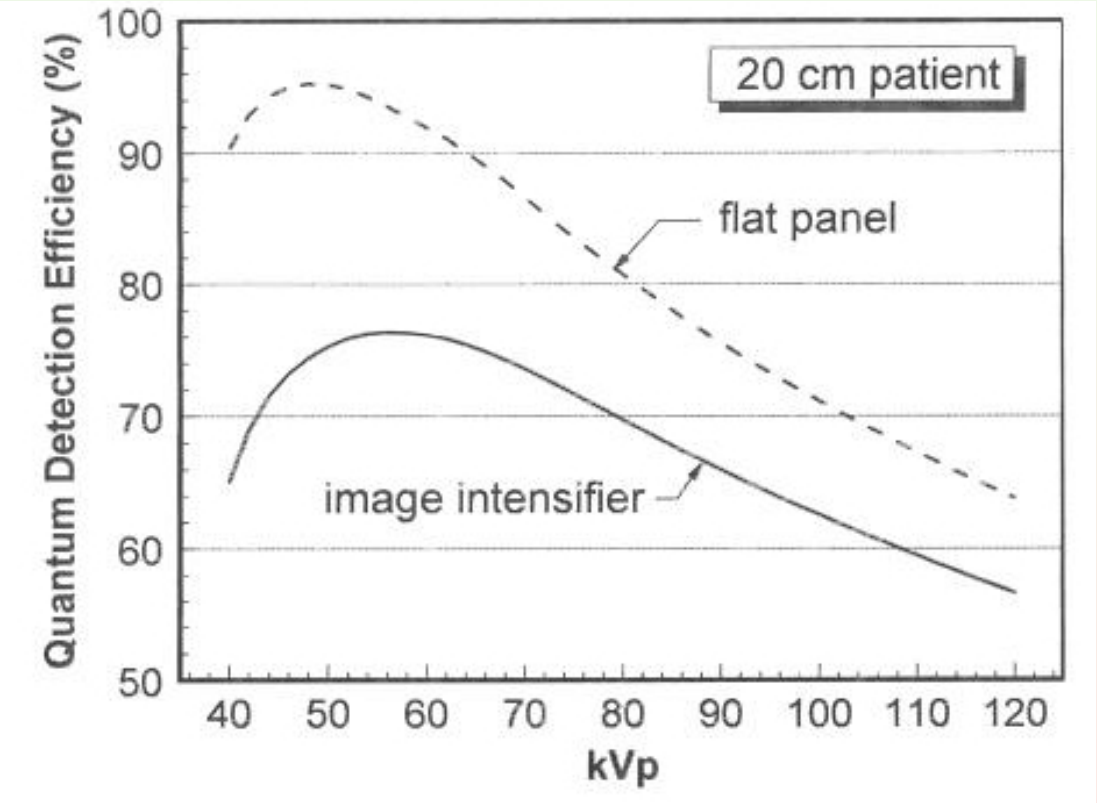
Intensificador de Imagem

Razão de contraste

Razão entre as intensidades da luz à saída do tubo sem e com a tela de entrada bloqueada com um disco de chumbo de 2.5 cm de diâmetro. Comumente, 15-30.

Intensificador de Imagem

Eficiência quântica



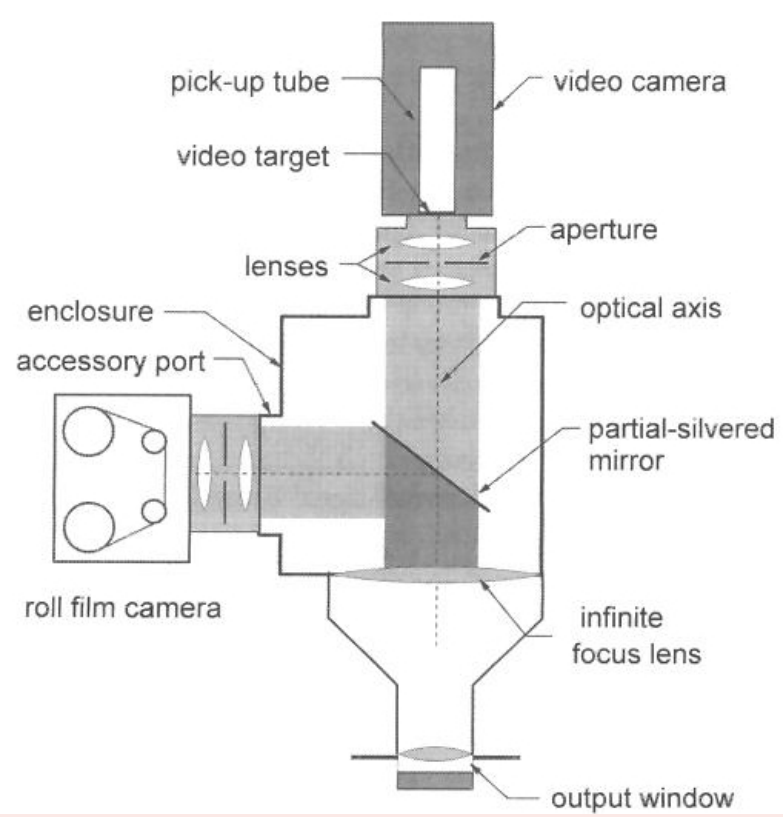
Resumo

1 Fluoroscopia

- Funcionamento do II
- Acoplamento ótico
- Câmara de vídeo
- Controle automático de brilho
- Qualidade de imagem
- Instalações para fluoroscopia
- Dose

Acoplamento ótico

Distribuidor ótico



Este aparelho acopla o II com a câmara de vídeo e/ou de película

Resumo

1 Fluoroscopia

- Funcionamento do II
- Acoplamento ótico
- Câmara de vídeo
- Controle automático de brilho
- Qualidade de imagem
- Instalações para fluoroscopia
- Dose

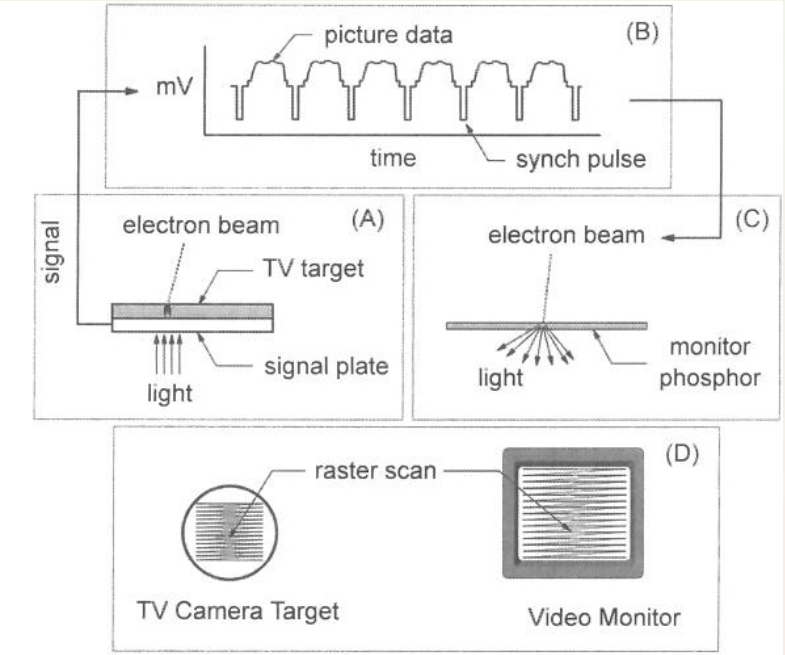
Câmara de vídeo

Funcionamento da câmara de vídeo

A câmara tem uma placa cuja resistência depende da intensidade da luz incidindo nela. Um feixe de elétrons varre a placa e a corrente que produz na placa geradora de sinal está correlacionada com a intensidade da luz no ponto que está o feixe de elétrons nesse momento.

Câmara de vídeo

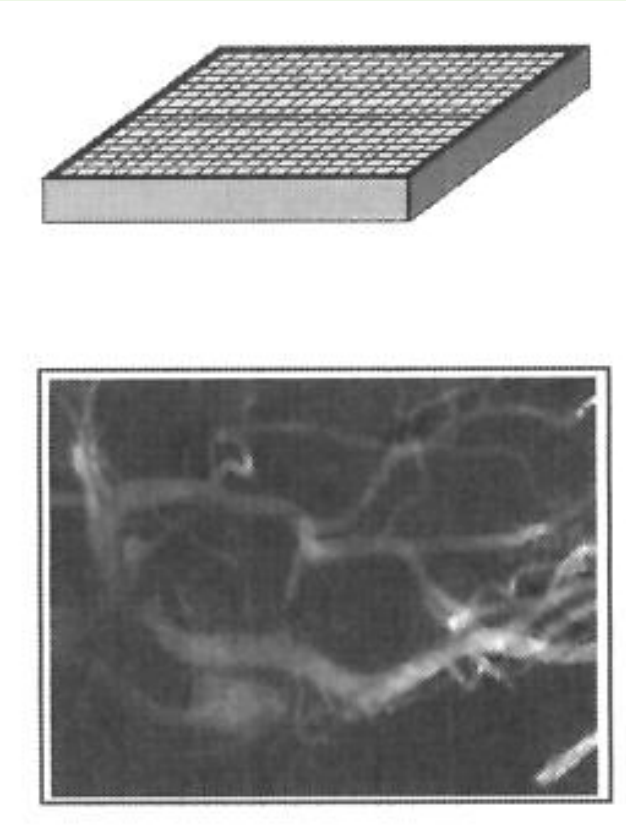
Câmara de vídeo



- Resolução: 525 para padrão, 1023 linhas para II com $\Phi > 23$ cm.
- Fator de Kell: O olho humano só aproveita o 70 % da resolução espacial.
- Para sistema de 525, só 490 são usáveis. Fator de Kell: 0.7x490=343$\rightarrow$172 pares de linhas. Em um II de 229 cm $\rightarrow$0.75 pares de linhas/mm

Painel plano

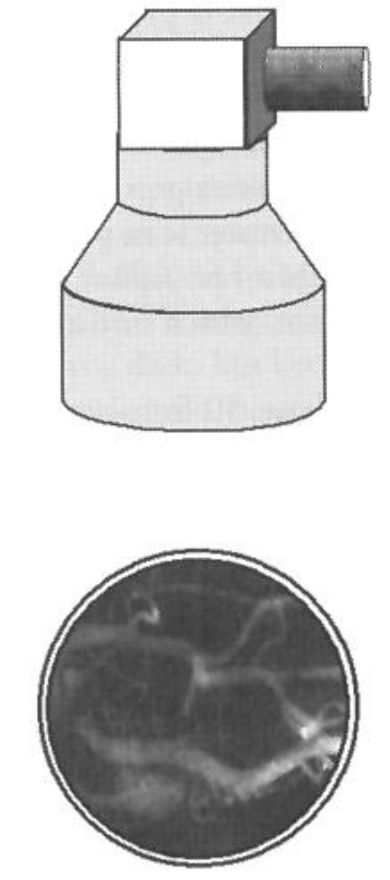
Diagrama



Usa uma placa TFT (thin film transistor) acoplada a uma camada cintilante (CsI). Não usa intensificador de imagem. Ocupam menor espaço.

Intensificador de Imagem

II



Ocupa muito espaço e produz campo circular, mais ineficiente.

Dispositivos utilitários

- Câmara fotográfica: Para gerar imagens fixas. Formatos de 100 e 105 mm. Evita o sistema de vídeo e tem melhor resolução espacial.
- Câmaras digitais: Para gerar imagens fixas. Usam CCD com resoluções de 1024^2 ou 2048^2
- Dispositivo para radiografia: É colocado à saída do II para fazer uma radiografia.
- Câmara de cinema: Usam formato de 35 mm. Usado frequentemente em estudos cardíacos. 30 a 120 quadros /s.

Modos de trabalho do fluoroscôpio

- Contínuo: raios-X contínuos com 0.5-4 mA, 30 quadros/s. A taxa de exposição de entrada é limitada a 10 mR/min
- Fluoroscopia de alta taxa de dose: exposições de até 20 R/min. Para pacientes excepcionalmente obesos.
- Dispositivo para radiografia: colocado na saída do II para fazer radiografia.
- Fluoroscopia pulsada com taxa de quadros variável: Raios-X pulsado sincronizado com a toma do quadro. Reduz o blurring pelo movimento do paciente
- Último quadro: deixa o último quadro no monitor de vídeo quando os raios-X pararem. Ajuda a reduzir a dose no paciente.
- Road mapping: Usa dois monitores. Em um deles fica a imagem fixa e no outro, a imagem em tempo real. Usado em angiografia.

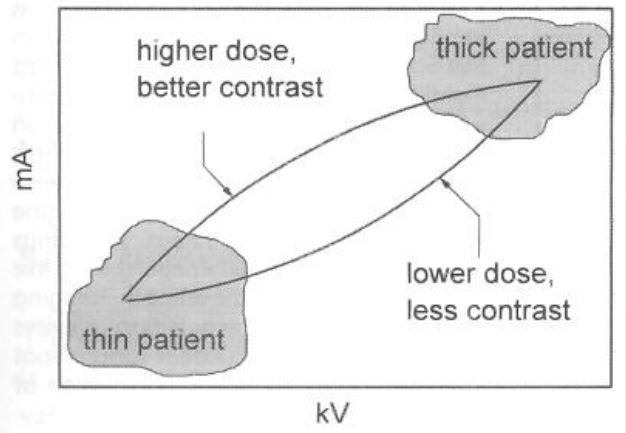
Resumo

1 Fluoroscopia

- Funcionamento do II
- Acoplamento ótico
- Câmara de vídeo
- Controle automático de brilho
- Qualidade de imagem
- Instalações para fluoroscopia
- Dose

Control automático de brilho

mA.vs.kVp



- Tem como fim manter o brilho no monitor constante quando varia a transmissão a través do paciente.
- Usa um fotodiodo para medir a luz na saída do II ou mide o brilho mediante o sinal de video.
- A taxa de exposição é ajustada para manter o brilho estável e pode-se variar a corrente e kVp do tubo.
- Pode-se aumentar o ganho eletrônico (aumenta o ruído).
- A dose no paciente e o contraste podem ser afetados.

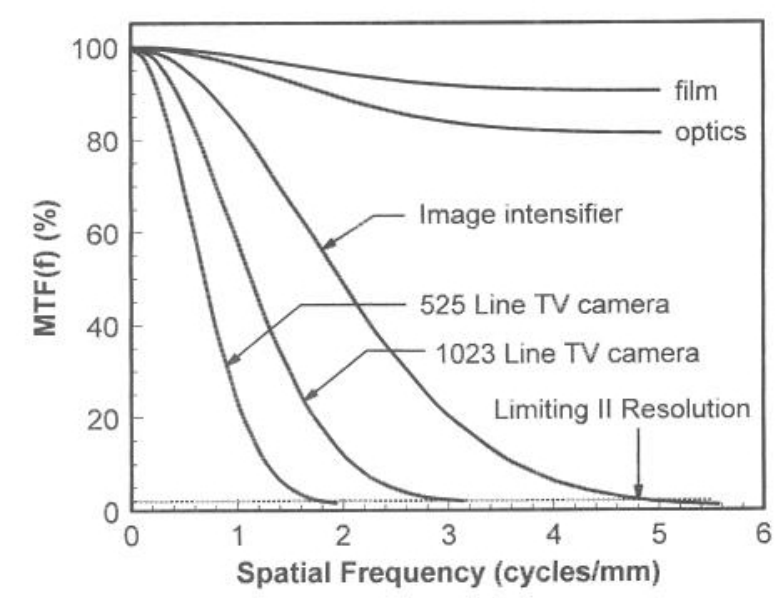
Resumo

1 Fluoroscopia

- Funcionamento do II
- Acoplamento ótico
- Câmara de vídeo
- Controle automático de brilho
- Qualidade de imagem
- Instalações para fluoroscopia
- Dose

Resolução espacial

Função de modulação da transferência (MTF)



MTF

- Caracteriza a resolução espacial de um sistema de imagem
- O intersecto da curva com o eixo horizontal define a resolução espacial
- Quanto maior é o objecto, menor é a afetação pelo sistema, sendo transferido à imagem com maior eficiência

Resolução espacial

Resolução espacial

TABLE 9-1. TYPICAL LIMITING SPATIAL RESOLUTION IN FLUOROSCOPY

Field of View: cm (inches)	1,023-Line Video: Line Pairs/mm	525-Line Video: Line Pairs/mm
14 (5.5)	2.7	1.4
20 (7.9)	2.0	1.0
27 (10.6)	1.6	0.7
40 (15.7)	1.3	0.5

Resolução por contraste

- A resolução por contraste não é boa na fluoroscopia. A baixa taxa de exposição obriga a usar ganho electrónico alto, diminuindo a razão sinal/ruído.
- Esta resolução é medida subjectivamente usando fantomas
- O contraste melhora aumentando a taxa de exposição mas aumenta a dose no paciente

Resolução temporal

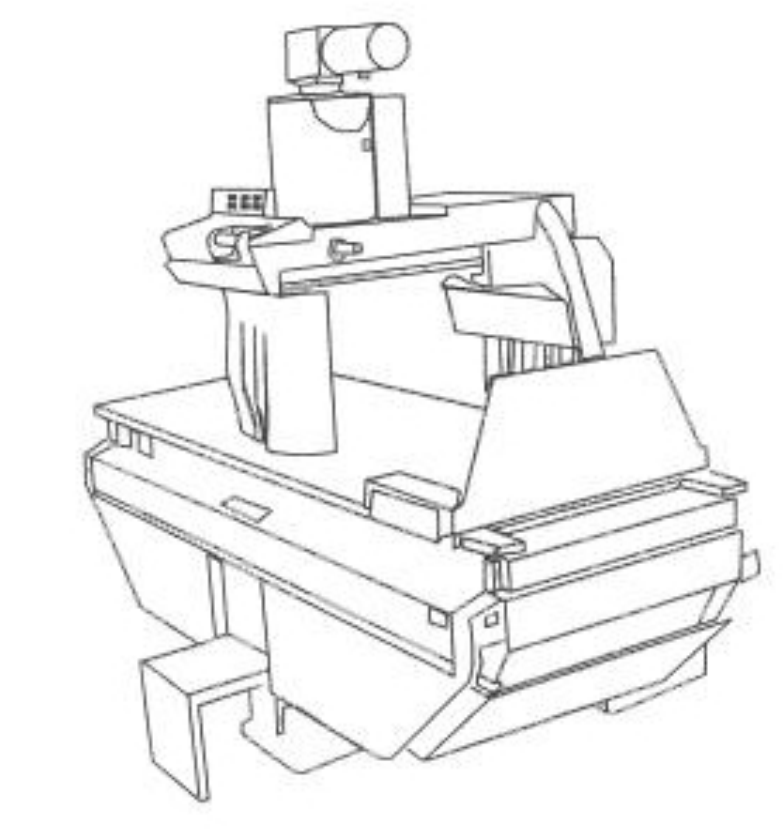
- É muito boa na fluoroscopia
- Image *lag*: quando a informação de um quadro se mistura com o próximo. Pode ser bom porque aumenta a razão sinal/ruído
- O olho humano tem um *lag* de 0.2 s. A 30 quadros/s, 6 quadros são misturados. A resolução por contraste melhora a expensas do pioramento da resolução temporal
- O *lag* não é bom para a fluoroscopia em tempo real (ex. angiografia por subtração digital)

Resumo

1 Fluoroscopia
- Funcionamento do II
- Acoplamento ótico
- Câmara de vídeo
- Controle automático de brilho
- Qualidade de imagem
- Instalações para fluoroscopia
- Dose

Gastrointestinais

Aparelho

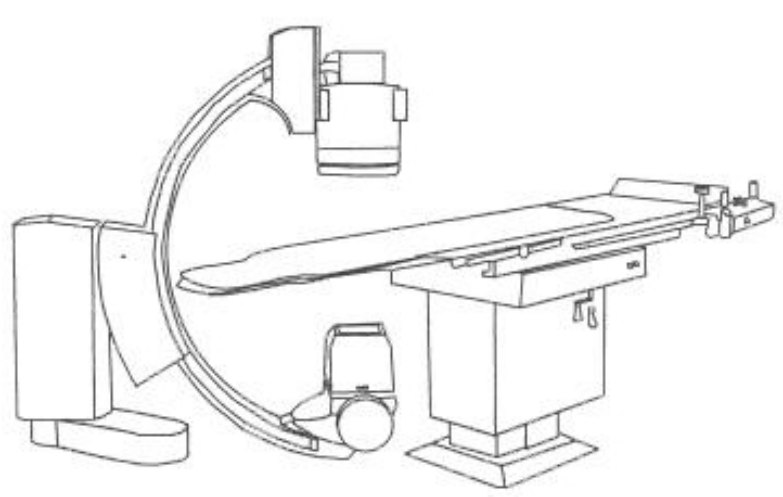


Características

- Maca giratória que pode pôr o paciente de cabeça para abaixo
- Podem comprimir o paciente para ser palpado remotamente
- Tubo acima e II embaixo da maca

Angiografia

Aparelho



Características

- II de 23 cm de diâmetr
- Tem câmara de cine
- Pode ser biplanar. Com dois sistemas de angiografia independentes. Toma imagens ortogonais.
- Pode ser portável

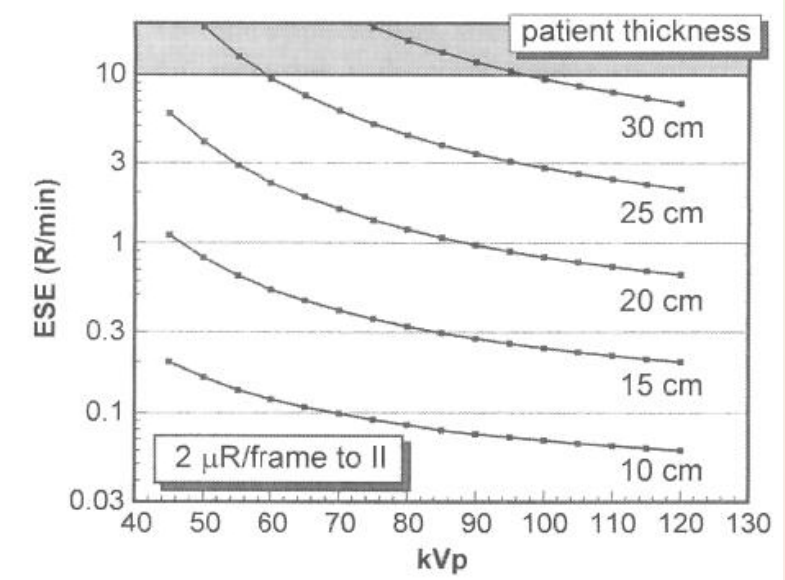
Resumo

1 Fluoroscopia

- Funcionamento do II
- Acoplamento ótico
- Câmara de vídeo
- Controle automático de brilho
- Qualidade de imagem
- Instalações para fluoroscopia
- Dose

Dose no paciente

ESE.vs.kVp



Comportamento da ESE

- Para uma espessura de paciente fixa, diminui com o kVP (feixe mais penetrante)
- Para um kVp fixo, aumenta com a espessura do paciente (para garantir brilho constante)
- Está restringida ($\leq$10 R/min)

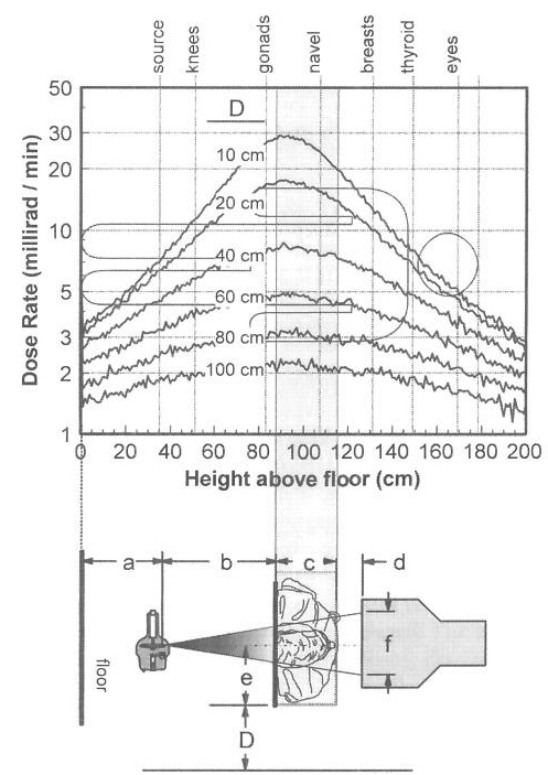
Dose no paciente

Como reduzir a dose?

- Aumentando a filtragem
- Usar flouroscopia pulsada com baixa velocidade (quadros/s)
- Diminuir o tempo do procedimento
- Usar último quadro fixo

Dose no perssoal médico

Perfis de exposição



Como reduzir a dose?

- Manter-se a mais de 1 m do paciente (radiação espalhada)
- Reduzindo a dose no paciente!
- Usar óculos, protetor de corpo, vidro com chumbo...
- Regra to tempo, distância e blindagem

Medição do RAP

Como funciona?

- RAP (roentgen-area product)
- Câmara de ionização plana colocada a saída do tubo de raios-X. Cheia de ar.
- Atenua pouco o feixe
- É sensível à área do campo
- Não é sensível às variações da SSD, kVp nem modo de magnificação