

# **Riscos Profissionais para o Anestesiologista**

# **Radiação**

**Prof. Antonio Roberto Carraretto, TSA-ES**  
**UFES**

# Conceitos

- ◆ Radiação: transmissão de energia.
- ◆ Ionização: deslocamento de um elétron de sua órbita resultando a formação de um par iônico - o elétron livre (-) e o restante do átomo (+)
- ◆ Radiação ionizante: eletromagnética ou particulada capaz de produzir íons pares, por interação com o elemento.

# Radiações

## IONIZANTE

- ◆ **Raio - X**
- ◆ Raios Gama
- ◆ Partículas Alfa
- ◆ Partículas Beta

## NÃO IONIZANTE

### ◆ **Laser**

Light  
Amplification by  
Stimulated  
Emission of  
Radiation

# Radiação Ionizante

- ◆ Criação de radicais livres
- ◆ Criação de moléculas ionizadas
  
- ◆ Intensidade da Exposição  
**DOSE x TEMPO**
  
- ◆ Conseqüências:
  - ◆ Destruição tecidual
  - ◆ Alteração cromossomial: malignidade

# Radiação Ionizante

## Aumento de uso nos últimos 20 anos

- ◆ Raios - X
- ◆ Tomografia Computadorizada
- ◆ Intensificador de Imagem -  
Fluoroscopia
  - Diagnóstico rápido e dinâmico
  - Uso por diversas especialidades

# Radiação Ionizante: Usos

- ◆ Radiologia Diagnóstica
  - ◆ Intensificador de Imagem
  - ◆ Tomografia computadorizada
  - ◆ Raios-X
  - ◆ Angiografia
  - ◆ Radiologia odontológica
- ◆ Radiologia Terapêutica: Intervenções
- ◆ Medicina Nuclear: diagnóstica e terapêutica

# Exposição e Dose

- ◆ **Exposição** - **(R) Roentgen**
  - ◆ quantidade de ionização produzida por uma radiação X ou gama.
- ◆ **Dose Absorvida** - **Rad**
  - ◆ Rad = Roentgen absorbed dose
  - ◆ dose absorvida de uma radiação ionizante
  - ◆ 1 Gray (Gy) = 100 rads = 1 joule/kg
- ◆ **Dose Biológica Equivalente** - **rem**
  - ◆ rem = Roentgen equivalent man
  - ◆ rem = dose (rads) X fator de qualidade
  - ◆ 1 Sievert (Sv) = 100 rems.

# rem: roentgen equivalents man

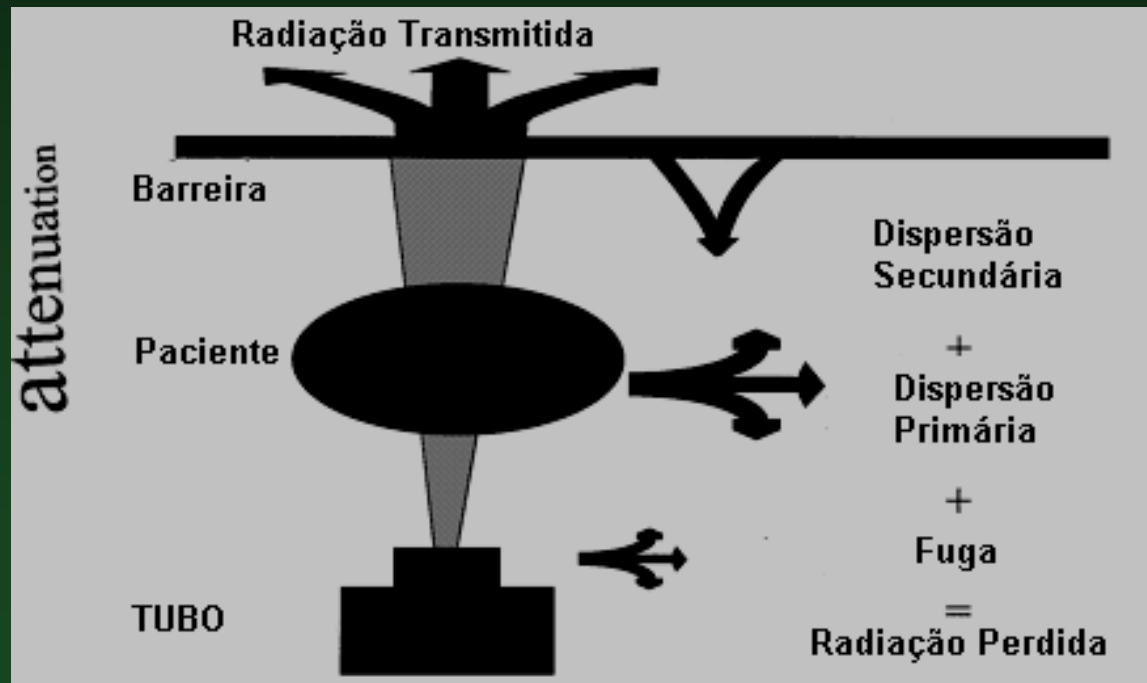
- ◆ Dose de radiação ionizante que causa dano biológico igual a lesão provocada por 1 R.
- ◆ Radiação de “fontes naturais”
  - ◆ USA: 80-200 mrem / ano
  - ◆ raios cósmicos:  
(40 mrem/ano - nível do mar +10 mrem / 300 m)
  - ◆ compostos radio-ativos: solo, rochas...
  - ◆ isótopo do K em fluidos corporais:  
partículas beta

# Fontes de Radiações Ionizantes

- ◆ Dispersão de Raios-X causadas pela deflexão ou reflexão do raio principal
- ◆ Emissão de raios gama, por pacientes que estão sendo tratados por radionucleotídeos ou possuem implante terapêutico que emitem radiação gama ou beta

# Fonte da Radiação

- ◆ Radiação direta
- ◆ Radiação refletida
  - ◆ equipamento - paciente - superfícies



# Intensidade da Radiação

- ◆ Intensidade inversamente proporcional ao quadrado da distância.
  - ◆ 1,80 m de ar =
  - ◆ 22 cm concreto =
  - ◆ 2,5 mm Pb

# Exposição Ocupacional

- ◆ Máximo: 5 rem/ano.
- ◆ Pessoal de radiologia geralmente chega a 0,5 rem/ano (com proteção).
- ◆ Gravidez: limite 0,5 rem.
  
- ◆ Raio X tórax: paciente = 25 mrem.
- ◆ Exames seriados: paciente = 1 rem

# Intensificador de Imagens

## Sala de Cirurgia

- ◆ Pessoal não qualificado em radiologia
- ◆ Desconhecimento:
  - ◆ Operação do equipamento
  - ◆ Medidas de segurança do equipamento
  - ◆ Proteção individual
  - ◆ Proteção do paciente
- ◆ Liberação de grande dose
- ◆ Controle de tempo (beam-on)
- ◆ Exames de exposição ilimitada

# Tomografia Computadorizada

- ◆ Para o anestesiológico:
  - ◆ Exame à distância.
  - ◆ Proteção padrão.
- ◆ Para o paciente:
  - ◆ Estudos mostram riscos e conscientizam sobre o uso indiscriminado de exames.

# Efeitos da Radiação

- ◆ Grau de lesão depende de qual órgão ou tecido e da intensidade
- ◆ Efeitos cumulativos (geralmente)
- ◆ Efeitos Agudos
- ◆ Efeitos Crônicos

# Radiação: Efeitos Agudos

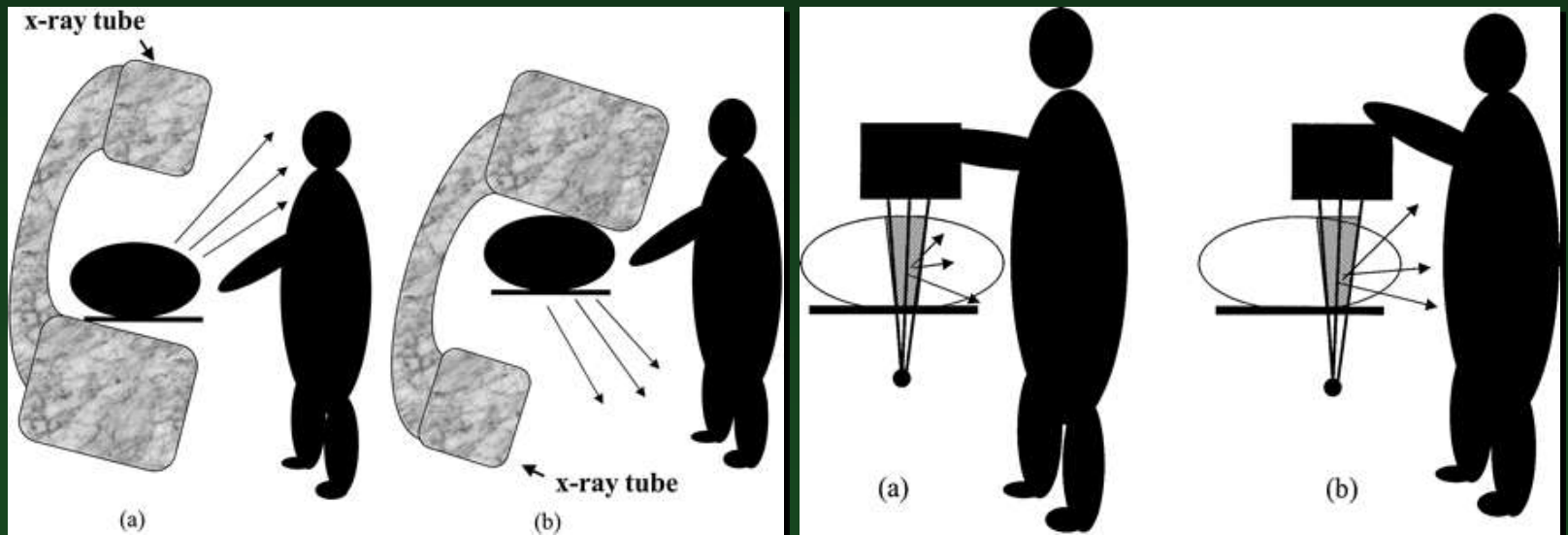
- ◆ Eritema e radiodermite.
- ◆ Exposição do corpo: 100 roentgens
- ◆ Náusea, vômito, diarreia, fraqueza e choque
- ◆ Febre
- ◆ Lesões hemorrágicas da pele
- ◆ Ulcerações internas e externas
- ◆ Diarreia sanguinolenta
- ◆ Depressão medular óssea grave e morte.

# Radiação: Efeitos Crônicos

- ◆ Fatores que influenciam:
  - ◆ Idade, sexo, fumo, genética, dieta, estado endócrino
- ◆ Mutação genética e Alteração cromossomial
  - (+) céls. sangüíneas, pele, gonadas, cristalino
  - (-) ossos, glândulas endócrinas, sist. Nervoso
- ◆ Câncer: leucemia, ósseo, tireóide
- ◆ Fibrose pulmonar e renal
- ◆ Catarata - Anemia - Esterilidade - Radiodermite

# Prevenção

- ◆ Treinamento e Supervisão.
- ◆ Conscientização dos Riscos.
- ◆ Proteção Individual e Coletiva.
- ◆ Manutenção do Equipamento.



# Treinamento e Supervisão - ALARA

“as low as reasonably achievable”

- ◆ Proteção adequada nos ambientes de Radiologia
- ◆ Proteção inadequada nos ambientes com equipamentos portáteis e intensificador de imagem:
- ◆ Uso esporádico (??)
  - ◆ Treinamento
  - ◆ Conscientização

# Treinamento

## Conscientização dos Riscos

- ◆ Conhecer o equipamento:  
planejar o exame.
- ◆ Evitar exposições desnecessárias.
- ◆ Usar memória de imagem.
- ◆ Colimação:  
restringir ao campo necessário.
- ◆ Supervisão por especialista.

# Proteção Individual

- ◆ Avental de chumbo: (0,25 - 0,5 mm).
- ◆ Protetor de tireóide.
- ◆ Luvas.
- ◆ Óculos com proteção.
- ◆ Distância mínima de 90 cm do paciente.
- ◆ Uso de dosímetro individual.

# Manutenção

- ◆ Manutenção do equipamento:
  - ◆ Testes de integridade
  - ◆ Calibração.
- ◆ Revisão do material de proteção.
  - ◆ Rachaduras - vazamento
- ◆ Acompanhamento da dosimetria.

# Legislação

- ◆ Portaria número 453 - 01/06/1998  
Secretaria de Vigilância Sanitária  
Ministério da Saúde
- ◆ Referência: NIOSH  
National Institute for Occupational Safety and Health  
Guidelines for Protecting the Safety and Health of  
Health Care Workers.
  - ◆ [www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh)

# **Radiações Não-Ionizantes**

**Laser**

**Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**

# Radiação Não-Ionizante

- ◆ Movimentação de elétrons para órbitas mais elevadas - na mesma molécula.
- ◆ Radiação EM intensa, focalizada, para cortar ou destruir tecidos.

## Perigos:

- ◆ Produção de Calor: Lesão de tecidos.
- ◆ Substâncias liberadas pelos tecidos.

## Tipos de Laser

- ◆ CO<sub>2</sub>
- ◆ Argônio
- ◆ Nd:YAG

Neodymium:yttrium-aluminum-garnet

# Laser

## Maior Risco: Lesão Ocular

- ◆ Queimaduras:
  - ◆ córnea
  - ◆ retina
- ◆ Destruição:
  - ◆ mácula
  - ◆ nervo ótico
- ◆ Formação catarata

# Laser: Proteção

## Observar Medidas de Segurança

- ◆ Usar óculos:
  - ◆ específico para o tipo de Laser usado.
  - ◆ Não usar com lentes arranhadas.
  - ◆ Filtros: interfere com a visão de monitores.
- ◆ Intensidade **NÃO DIMINUI** significativamente com a distância.

## Laser: Fumaça

- ◆ Fumaça: partículas 0,1 a 0,8  $\mu\text{m}$ .
- ◆ Partículas  $> 0,5 \mu\text{m}$ , mesmo filtradas, provocaram lesão pulmonar em animais de laboratório.
- ◆ Presença de bactérias viáveis.
- ◆ DNA intacto de HPV, HIV.

# Laser: Conteúdo da Fumaça

- ◆ Gases tóxicos e vapores:
  - ◆ benzeno
  - ◆ formaldeído
  - ◆ cianeto de hidrogênio
- ◆ Bio-aerosóis
- ◆ Material celular (morto e vivo)
  - ◆ fragmentos de células sangüíneas

# Laser: Conseqüências da Fumaça

- ◆ Irritação das vias aéreas.
- ◆ Irritação ocular.
- ◆ Limitação visual.
- ◆ Odor desagradável.
- ◆ Potencial mutagênico.

# Laser: Proteção

- ◆ Uso de óculos adequado.
- ◆ Máscaras com filtro próprio.
- ◆ Ventilação do ambiente.
- ◆ Aspiração / Filtragem e Evacuação.
- ◆ Cuidado na dispensa do material.
- ◆ Manutenção do equipamento.
  - ◆ Troca dos filtros.

**Proteção para TODA A EQUIPE.**

# Laser

- ◆ Papiloma laríngeo em um cirurgião que usava laser, para cauterizar condiloma anal, sem aspiração da fumaça.
- ◆ Tumor com HPV DNA tipos 6 e 11, comum no condiloma ano-genital.

- ◆ **Garden JM, O'Banion MK, Shelnitz LS, Pinski KS, et. al. Papilloma virus in the vapor of carbon dioxide laser-treated verrucae. JAMA 259(8):1199-1202, 1988.**

**Lobraico RV, Schifano MV, Brader KR.  
A retrospective study of the hazards of the Carbon Dioxide laser plume. J. Laser Appl. 1(3):6-8, 1988**

# **RADIAÇÃO**

## **Terminologia e Unidades**

# Terminologia da Radiação

## Exposição

- ◆ Quantidade de radiação a qual o corpo é exposto.

## Dose Absorvida

- ◆ Quantidade de radiação que o corpo absorve.

## Meia Vida Radioativa

- ◆ Tempo necessário para a radioatividade de um isótopo diminuir 50%.

# Unidades de Medida

## Curie

- ◆ Medida da radioatividade
- ◆ 1 curie (ci)= $3,7 \times 10^{10}$  desintegrações / segundo

## Roentgen

- ◆ Quantidade de radiação produzida por radiação X ou gamma
- ◆ 1 Roentgen (R)= $2,58 \times 10^{-4}$  coulomb/kg

# Unidades de Medida

Rem (rem) = roentgen equivalent man

- ◆ dose de qualquer radiação ionizante que causará dano biológico ao tecido humano igual ao dano causado por 1 roentgen de raio-X ou raio gama.
- ◆ 1 rem = 0,01 sievert (SV)
- ◆ 1 mrem (milirem) =  $10^{-3}$  rem = 0,01 mSV

# Unidades de Medida

Rad = radiation absorbed dose

- ◆ medida da dose absorvida de uma radiação ionizante
- ◆  $1 \text{ Rad} = 100 \text{ ergs/g} = 0,01 \text{ Gray (Gy)}$

# Radiação Ionizante

## PARTICULADA

◆ Partículas sub-atômicas com massa:

- ◆ Alfa
- ◆ Beta
- ◆ Elétrons
- ◆ Neutrons

## NÃO PARTICULADA

◆ Ondas EM, sem massa e sem carga:

- ◆ Raios - X
- ◆ Raios Gama

# Partículas Alfa

- ◆ Núcleos átomos de Hélio
- ◆ 2 neutrons + 2 prótons
- ◆ Carga = +2
- ◆ Energia = 4 - 8 MeV
- ◆ Propagação limitada:
  - ◆ <10cm no ar; 60 $\mu$ m em tecidos
- ◆ Isolamento fácil: papel, pele

# Partículas Beta

- ◆ Elétrons ejetados em alta velocidade.
- ◆ Carga = (-1)
- ◆ Energia = alguns KeV - 5 MeV.
- ◆ Alcance: aprox. 30 cm/MeV no ar e poucos mm em tecidos corporais.
- ◆ Baixo dano: 6-8 ion pairs/ $\mu\text{m}$  em tec.

# Micro-Ondas

- ◆ 300 MHz a 300 GHz
- ◆ Energia: 10 eV - insuficiente para causar ionização com alterações teciduais.
- ◆ Lesão:
  - ◆ Calor local
  - ◆ Térmica

Muito Obrigado

[www.carraretto.med.br](http://www.carraretto.med.br)