

1.4 Considerações gerais de radioproteção

Manuel Rubim Santos

INTRODUÇÃO

A proteção contra radiações ionizantes na área da saúde tem como principal objetivo a atenuação dos efeitos estocásticos nos pacientes e trabalhadores, uma vez que as boas práticas determinam a não-existência de efeitos determinísticos. No entanto, técnicas como a fluoroscopia tendem a provocar um aumento de incidentes associados a efeitos determinísticos da radiação, sobretudo nos pacientes. As doses a que os trabalhadores da área da saúde expostos a radiações são geralmente sujeitos têm valores máximos muito inferiores aos que podem causar efeitos determinísticos.

Para uma breve clarificação dos conceitos, recorremos a um modelo simplificado da descrição da interação da radiação com a matéria.

Quando um fóton com energia da frequência dos raios X incide num dado meio, uma parte da sua energia é dispersa, e outra parte transferida para eletrões desse meio, que por sua vez a podem perder em novas interações. Os fenómenos que podem ocorrer incluem o efeito fotoelétrico, o efeito Compton e a difusão Rayleigh-Thomson, sendo que o efeito Compton é o principal responsável pelo aparecimento da denominada radiação dispersa, principal fonte de irradiação do pessoal técnico envolvido no radiodiagnóstico.

Quando um feixe de radiação X passa através de um meio, é absorvido parcial ou totalmente, dependendo de vários fatores.

Considerando um feixe monoenergético a atravessar uma dada porção e um material, a interação pode ser descrita a partir de uma equação simples:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

que relaciona a intensidade incidente (I_0) com a intensidade emergente (I) em função das características do meio (μ) e da energia da radiação; ver Figura 1.4.1.

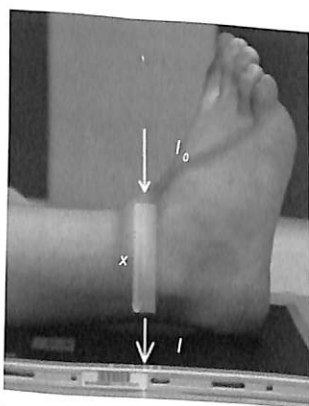


FIGURA 1.4.1
Relação entre a intensidade do feixe de radiação X ao atravessar um determinado material e o meio com determinada espessura (x).

UNIDADES E GRANDEZAS FUNDAMENTAIS

A Diretiva nº 96/29/EURATOM, do Conselho, de 13 de maio, que fixa as normas de segurança de base relativas à proteção sanitária da população e dos trabalhadores contra os perigos resultantes das radiações ionizantes, foi parcialmente transposta para o ordenamento jurídico português. Tendo por base a legislação acima referida, são apresentadas algumas grandezas, unidades e valores relevantes para a proteção radiológica.

Grandezas e Unidades

Dose absorvida

A dose absorvida (energia absorvida por unidade de massa do material), designa a dose média num tecido ou num órgão. É representada como $D = \frac{dE}{dm}$, sendo que dE é a energia média cedida pelas radiações ionizantes num elemento de volume contendo a massa dm .

Unidades: J/kg (Gray – Gy)

Dose equivalente no órgão

A dose equivalente no órgão (H_T), também denominada dose equivalente, é representada por

$$H_T = \sum_R W_R D_{T,R}$$

em que: H_T é a dose absorvida no tecido ou órgão T , ponderada em função do

tipo e da qualidade de radiação R ; $D_{T,R}$ é a dose absorvida média no tecido ou órgão T , em resultado da radiação R ; W_R é o fator de ponderação para o tipo de radiação.

$W_R = 1$, para fotões X

Unidades: J/kg (Sievert – Sv)

O efeito sobre os tecidos é a função da dose absorvida, do tipo e da energia da radiação, e também do próprio tecido.

Dose efetiva

A dose efetiva E é obtida pela soma da dose equivalente em cada tecido ou órgão, ponderada pelo fator tecidual.

Fator de ponderação tecidual (W_T): fator adimensional utilizado para ponderar a dose equivalente num tecido ou órgão (T).

$$E = \sum_T W_T H_T$$

Os fatores de ponderação teciduais (W_T), são definidos tomando em consideração a probabilidade de ocorrência de cancro, efeitos hereditários, bem como de esperança de vida, conforme descrito na Tabela 1.4.1.

A Diretiva nº 96/29/EURATOM, do Conselho, de 13 de maio, prevê o estabelecimento de limites de dose efetiva para membros do público e para os trabalhadores profissionalmente expostos. Assim, o limite de dose efetiva para profissionais expostos é de 100 mili sievert (mSv), por um período de cinco anos consecutivos, na condição de esse valor não ultrapassar 50 mSv por ano. Para o público, a dose efetiva limite é de 1 mSv por ano, podendo, no entanto, ser superior, desde que num período de cinco anos a média da dose não exceda 1 mSv por ano.

RADIODIAGNÓSTICO E GRAVIDEZ

A exposição do embrião ou do feto à radiação ionizante pode, potencialmente, levar a efeitos adversos à sua saúde. No entanto, a dose de radiação associada à generalidade dos procedimentos

| Tecido ou órgão | Fatores de ponderação tecidual, W_T |
|--|---------------------------------------|
| Gónadas | 0,20 |
| Medula óssea (vermelha) | 0,12 |
| Cólon, pulmão, estômago | 0,12 |
| Bexiga, mama, fígado, esófago, tiroide | 0,05 |
| Pele, superfície óssea | 0,01 |

TABELA 1.4.1

Fatores de ponderação tecidual para diferentes tecidos ou órgãos (adaptado de Decreto-Lei n.º 222/2008, de 17 de novembro).

de radiodiagnóstico na grávida não apresenta risco de causar efeitos determinísticos no feto; ver Tabela 1.4.2. Apesar disso, todos os exames radiológicos devem ser clinicamente justificados, e a dose fetal reduzida ao mínimo compatível com as exigências de diagnóstico. Recomenda-se, portanto, que os exames radiológicos que podem resultar em doses fetais relativamente elevadas (de algumas dezenas de miligray – mGy) devem ser evitados em mulheres grávidas.

PRINCIPAIS FATORES QUE AFETAM A DOSE EM RADIOLOGIA CONVENCIONAL

Energia do Feixe e Filtração

A energia do feixe depende da voltagem (diferença de potencial – d.d.p.) selecionada e da filtração. A seleção de voltagens elevadas aumenta a energia média do feixe, o que resulta num maior poder de penetração, chegando mais fotões ao detetor no mesmo intervalo de tempo. Na prática, a utilização de uma voltagem mais elevada permite a redução do tempo de exposição e/ou a redução da corrente na ampola, o que conseqüentemente permite uma diminuição da dose no paciente.

Colimação

Durante o exame radiológico, a área do paciente exposta ao feixe primário deve ser limitada à área de interesse clínico. Tecidos expostos ao feixe primário recebem doses superiores aos adjacentes; reduzindo a área exposta podemos reduzir de forma substancial a dose no paciente. Ressalta-se ainda que a colimação diminui a radiação dispersa que chega ao detetor, facto que contribui para a melhoria do contraste.

Grelha Antidifusora

Estes dispositivos foram introduzidos para diminuir a radiação dispersa que atinge o detetor, o que contribuiu de forma determinante para a melhoria da qualidade das imagens obtidas.

Infelizmente, este aumento da qualidade está associado a um aumento de dose no paciente. As grelhas também absorvem radiação do feixe primário, e a forma de manter a qualidade da imagem passa por aumentar a intensidade de radiação incidente nas grelhas, conduzindo, conseqüentemente, a um aumento cerca de duas a cinco vezes a dose que se obteria na ausência destas (*potter-bucky factor*).

| Projeção | Região em estudo | Dose absorvida por exame radiográfico (mGy) | |
|----------|------------------|---|--------|
| | | Varição | Média |
| AP | Abdómen | 0,05-3,74 | 0,80 |
| AP | Tórax | <0,001-0,001 | 0,001 |
| LAT | Tórax | <0,001-0,01 | 0,002 |
| PA | Tórax | <0,001-0,01 | 0,002 |
| PA | Cólon | 1,66-2,20 | 1,85 |
| AP | Coxofemoral | 0,01-0,05 | 0,03 |
| AP | Coluna lombar | 0,11-4,42 | 1,14 |
| PA | Coluna lombar | 0,02-0,80 | 0,23 |
| LAT | Coluna lombar | 0,03-3,89 | 0,92 |
| LAT | L5-S1 | 0,02-0,80 | 0,25 |
| AP | Pelve | 0,18-1,07 | 0,49 |
| AP | Estômago | 0,01-1,33 | 0,18 |
| OAE | Estômago | <0,01-0,01 | 0,01 |
| LAT | Estômago | <0,01-0,01 | 0,01 |
| OPE | Estômago | <0,01-0,01 | 0,01 |
| PA | Estômago | <0,01-0,01 | 0,02 |
| AP | Coluna dorsal | <0,001-0,85 | 0,28 |
| LAT | Coluna dorsal | <0,001 | <0,001 |

TABELA 1.4.2

Exames radiológicos durante a gravidez e valores médios da dose absorvida pelo feto (adaptado de Osei & Darko, 2013).

Tipo de Paciente

O aumento da espessura do material a atravessar implica o aumento da radiação incidente no paciente, para que chegue radiação em quantidade suficiente ao detetor para obter uma boa imagem. Como o técnico não pode controlar o perfil (biótipo) do paciente, deve conhecer todas as técnicas que permitam otimizar os exames em função do tipo de paciente.

Ecrãs de Reforço (*Intensifier Screens*)

O uso de ecrãs de reforço pode diminuir de forma drástica a dose no paciente. A combinação de ecrãs-filmes "rápidos" resulta sempre na perda de alguns pormenores; no entanto, se o tipo de exame desejável permitir essas perdas, estes sistemas devem ser usados.

FATORES ESPECÍFICOS DE PROTEÇÃO PARA O TÉCNICO DE RADIOLOGIA E PARA OUTROS PROFIS- SIONAIS DE SAÚDE

Todos os profissionais de saúde envolvidos no radiodiagnóstico não devem esquecer a proteção individual, quando presentes na sala de radiodiagnóstico e na ausência de biombos ou de outras



FIGURA 1.4.2
Materiais de radioproteção individual específicos.

barreiras chumbéneas, como forma de diminuir a eventualidade dos efeitos adversos da exposição à radiação. O tempo de exposição, o uso de materiais de proteção como colares, aventais, luvas ou outras proteções chumbéneas (óculos, cintas), aliadas à maior distância possível da fonte de radiação X, constituem os fatores determinantes para a diminuição da dose absorvida (Figura 1.4.2). Adicionalmente, a exposição à radiação deve sempre respeitar o princípio *as low as reasonably achievable* (ALARA).

Porque a proteção individual é da responsabilidade do técnico de radiologia, a ASRT definiu um conjunto de orientações relativas à adoção de práticas de proteção e segurança radiológica pelos técnicos de radiologia, como descrito no Quadro 1.4.1.

Destas orientações destacam-se a oposição à utilização de fluoroscopia para auxílio do posicionamento, pois esta contribui para um aumento da dose de radiação para o paciente, e, ainda, a utilização de tabelas de referência com parâmetros de exposição com vista não só à redução da dose de radiação, mas também à otimização da qualidade de imagem, para serem disponibilizadas a todos os técnicos de radiologia.

Orientações

- Formação contínua dos profissionais de saúde, em especial dos técnicos de radiologia, para reduzir a dose de radiação
- Registo da exposição radiológica do paciente e proteção nos exames de TC e fluoroscopia
- Assegurar o princípio ALARA
- Monitorização da exposição radiográfica do paciente durante a utilização de sistemas digitais em radiografia
- Oposição à reprodução de imagens radiográficas para duplicações de radiografias
- Oposição ao uso de fluoroscopia para auxílio ao posicionamento
- Disponibilização de tabelas de referência dos parâmetros de exposição para os exames radiográficos a todos os técnicos de radiologia
- Uso de dosímetro para monitorização individual de doses: dosímetro colocado por cima do avental chumbéneo e ao nível da tiroide

QUADRO 1.4.1

Orientações da ASRT relativas à adoção de práticas de proteção e segurança radiológica (informação disponível em: <https://www.asrt.org/media/pdf/governance/09HODPositionStatements.pdf>).

BIBLIOGRAFIA

- Ballinger, P., Frank, E. (2003). *Merrill's Atlas of Radiographic Positions & Radiologic Procedures* (10ª ed.). Missouri, St. Louis: Mosby.
- Bushong, S. C. (2008). *Radiologic Science for Technologists* (9ª ed.). Canadá: Mosby Elsevier.
- Osei, E. K., Darko, J. (2013). "Foetal radiation dose and risk from diagnostic radiology procedures: a multinational study". *ISRN Radiology*.

Legislação relevante:

Decreto-Lei nº 222/2008, de 17 de novembro. Diário da República, 1ª série, nº 223.

Decreto-Lei nº 348/89, de 12 de outubro – Estabelece normas e diretivas de proteção contra as radiações ionizantes. Derrogado: pelo Decreto-Lei nº 180/2002, de 8 de agosto e Decreto-Lei nº 165/2002, de 17 de julho.

Decreto Regulamentar nº 9/90, de 19 de abril – Estabelece os princípios e as normas de segurança destinados à proteção sanitária da população e dos trabalhadores contra os perigos resultantes das radiações ionizantes, bem como as medidas fundamentais relativas à proteção contra radiações das pessoas submetidas a exames e tratamentos médicos. Alterado: pelo Decreto Regulamentar nº 3/92, de 6 de março. Derrogado: pelo Decreto-Lei nº 180/2002, de 8 de agosto; Decreto-Lei nº 165/2002, de 17 de julho, e Decreto-Lei nº 140/2005, de 17 de agosto.

Decreto Regulamentar nº 29/97, de 29 de julho – Estabelece o regime de proteção dos trabalhadores externos que intervêm em zonas controladas.

Despacho nº 8934/97 (2ª série), de 9 de outubro – Aprova o modelo de documento individual de controlo radiológico, referido no nº 2 do artigo 4º do DR nº 29/97, de 29 de julho, e as normas a que o mesmo deve obedecer.

Decreto-Lei nº 165/2002, de 17 de julho – Estabelece os princípios gerais de proteção bem como as competências e atribuições dos organismos e serviços intervenientes na área da proteção contra radiações ionizantes; fixa as normas de base de segurança relativas à proteção sanitária da população e dos trabalhadores contra os perigos resultantes das radiações ionizantes.

Decreto-Lei nº 140/2005, de 17 de agosto – Estabelece os valores de dispensa de declaração do exercício de práticas que impliquem risco resultante das radiações ionizantes e, bem assim, os valores de dispensa de autorização prévia para o exercício das mesmas atividades, transpondo as correspondentes disposições da Diretiva nº 96/29/EURATOM, do Conselho, de 13 de maio.

Portaria nº 229/96, de 26 de junho (proteção da segurança e da saúde das trabalhadoras grávidas, puérperas e lactantes) – Estabelece a interdição à mulher grávida de todo e qualquer posto de trabalho sujeito à exposição de radiações ionizantes.