



P

ROTEÇÃO CONTRA RADIAÇÕES  
NA COMUNIDADE DOS PAÍSES  
DE LÍNGUA PORTUGUESA

Luis Neves (coord.)

IMPRESA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
2018

**A AVALIAÇÃO DE DOSE DE RADIAÇÃO  
IONIZANTE PELA CPR**

**THE EVALUATION OF IONIZING RADIATION DOSE  
BY THE CPR**

**A. MONTEIRO – anara.monteiro@gmail.com (Téc. Radiologia, Centro Hospitalar do Porto)**

**C. MACHADO – claudiacarvalhomachado@gmail.com (Téc. Radiologia, Centro Hospitalar do Porto)**

**F. MESQUITA – filomenaoliveira.di@chporto.min-saude.pt (Téc. Radiologia, Centro Hospitalar do Porto)**

**I. PINTO – ildefonso.pinto@medicalconsult.pt (Físico Médico, Medical Consult)**

**PALAVRAS-CHAVE:** proteção radiológica, radiação, monitorização de dose, efeito estocástico, efeito determinístico.

**RESUMO:** Nos últimos 100 anos, os meios complementares de diagnóstico e terapêutica transformaram-se em ferramentas essenciais para todos os ramos e especialidades da medicina. Devido às suas propriedades únicas, a radiação ionizante apresenta múltiplas aplicações terapêuticas. Contudo, pode também originar potenciais danos para os profissionais e pacientes.

A quantificação do valor de dose de radiação para os pacientes e o tempo de exposição dos procedimentos são uma preocupação crescente dos profissionais. Na radiologia de intervenção, as

boas práticas recomendam a monitorização e registo de dose no processo clínico dos pacientes. Os pacientes expostos a doses elevadas devem ser sinalizados e acompanhados, avaliando o aparecimento de efeitos resultantes da exposição à radiação. Este trabalho tem como objetivo dar a conhecer o papel da Comissão de Proteção contra Radiações (CPCR) no contexto do Centro Hospitalar do Porto.

**KEYWORDS:** Radiation protection, radiation, dose monitoring, stochastic effect, deterministic effect.

**ABSTRACT:** In the last 100 years, auxiliary diagnostic and therapeutic means have become essential tools for all sectors and medical specialties. Due to its unique properties, ionizing radiation has multiple therapeutic applications. However, it can also cause potential harm to users and patients.

Quantification of radiation dose to the patient and the exposure time of the procedures are a growing concern for the users of ionising radiation. In interventional radiology, good practice recommends the monitoring and dose registration in the clinical record of patients. Being that patients exposed to high dose must be monitored and followed to evaluate the appearance of effects resulting from radiation.

This paper aims to present the side effects from the use of ionizing radiation in patients, and the importance of the Committee on Radiation Protection (CPCR) in Centro Hospitalar do Porto.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os riscos associados à radiação ionizante são conhecidos há quase tanto tempo como a própria radiação. Um ano após a des-

coberta da radiação X por Röntgen, foi relatada a primeira morte relacionada com a exposição à radiação. Clarence Dally, assistente de Thomas Edison, que passava horas a conceber experiências em frente ao fluoroscópio, desenvolveu uma dermatite aguda que resultou na sua morte (Brodsky and Kathren 1989).

Diariamente, a nível mundial, a radiação ionizante é utilizada para geração de imagens de pacientes, intervindo na realização de mais de 10 milhões de procedimentos na área da radiologia de diagnóstico (Holmberg et al. 2010). Nos Estados Unidos da América (EUA) o valor médio de exposição da sua população à radiação ionizante, com fins médicos, aumentou cerca de sete vezes no período compreendido entre 1980 e 2006 (Johnson 2015). De acordo com o relatório Dose Datamed 2 de Abril de 2012, a dose média anual em Portugal encontrava-se a meio da tabela entre os países Europeus (de acordo com a classificação da RP 154, em termos de dose média anual, Portugal situa-se em linha com a média europeia).

O Centro Hospitalar do Porto, em 2006, criou a CPRC cujo objetivo é o de assegurar o desenvolvimento e implementação de políticas e procedimentos de proteção contra radiações ionizantes, assim como, garantir a existência de um fórum institucional de consulta, comunicação e disseminação de informação em matéria de radiação. Perante um relatório de uma dose elevada anormal, quer nos profissionais quer nos pacientes, a CPRC desencadeia um processo de averiguação do evento e uma monitorização e acompanhamento do mesmo.

O conhecimento dos mecanismos de ação da radiação ionizante é fundamental para a gestão do risco radiológico. O conhecimento de fatores como a utilização apropriada dos equipamentos de radioproteção, o tipo e o tempo de exposição utilizada, e a correta avaliação dos seus efeitos secundários a nível biológico, são indispensáveis na monitorização e controlo da exposição à radiação (Mahesh 2001a).

Tabela 1. A relação entre os potenciais efeitos da exposição à radiação e os limiares de dose associados (Wagner et al 1998).

Efeitos potenciais da exposição à radiação ionizante		
Efeito	Limiar de dose (Gy)	Tempo de latência
Eritema transitório	2	2-24h
Eritema grave	6	~ 1.5 semanas
Epilação temporária	3	~ 3 semanas
Epilação permanente	7	~ 3 semanas
Descamação seca	14	~ 4semanas
Descamação húmida	18	~ 4 semanas
Ulceração secundária	24	≥ 6 semanas
Eritema tardio	15	8-10 semanas
Cancro de pele	Desconhecido	≥ 15 anos

Os efeitos da radiação ionizante podem dividir-se em estocásticos e determinísticos. O princípio ALARA (as long as reasonably achievable) deve estar sempre presente na mente nos utilizadores de radiação ionizante. Este princípio defende que a exposição à radiação deve ser tão baixa quanto razoavelmente exequível, mantendo o valor diagnóstico. Desta forma, devem-se adotar medidas e procedimentos que minimizem a dose de radiação ionizante absorvida pelos doentes e profissionais de saúde, nunca ultrapassando os limites estabelecidos pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) (Vano et al. 2015).

A limitação das doses é imposta com o objetivo de se reduzir os efeitos determinísticos e estocásticos da radiação. Os limites estabelecidos são considerados suficientemente baixos para evitar os efeitos mutagénicos e carcinogénicos. A tabela 1 apresenta a relação entre os potenciais efeitos da exposição à radiação e os limiares de dose associados a cada um (Balter et al. 2012).

## 2. MÉTODOS

Este trabalho fundamenta-se numa revisão da literatura especializada, no qual se consultaram as diretivas internacionais e artigos de referência na área investigada, e nos procedimentos da CPR do Centro Hospitalar do Porto (CHP).

A CPR nasceu em 2006 através da colaboração de uma equipa multidisciplinar constituída por técnicos e médicos de Radiologia e de Medicina Nuclear e de uma assessoria em física médica. A sua génese centrou-se na necessidade de promover a reflexão mais constante, sistemática e atenta sobre as questões relacionadas com a proteção radiológica.

Atenta ao aumento do número e complexidade dos procedimentos na área de intervenção, que por vezes implicam tempos de exposição superiores a uma hora, a Comissão sentiu necessidade de desenvolver e implementar um sistema que permita sinalizar os doentes que tenham sido expostos a doses elevadas de radiação durante um procedimento, ou outros eventos que necessitem ser investigados, de forma a desencadear o processo de avaliação de danos diretamente relacionados com os mesmos.

### **Sistemas de Proteção Radiológica**

O objetivo da gestão de dose é minimizar o risco de radiação para o paciente, sem aumentar outros riscos, tais como complicações nos procedimentos.

Os procedimentos de intervenção são muitas vezes complexos e podem envolver mudanças dinâmicas no tamanho do campo de exposição, geometria, posição, pico kilovolt e modo de aquisição de imagem. Além destes fatores, a dose de radiação recebida pelo paciente depende também do equipamento utilizado bem como da experiência do utilizador (Mahesh 2001a).

Devido à variabilidade da espessura do paciente e ao facto destes exames serem tão dinâmicos durante a sua execução, podendo envolver diferentes tipos de aquisição (fluoroscopia normal, alta dose, fluoroscopia cine, fluoroscopia pulsada) por vezes é difícil quantificar a dose recebida pelo paciente (Mahesh 2001a, Stecker et al. 2009, Miller et al. 2010).

O princípio de ALARA e o de justificação e otimização, são os pilares fundamentais que influenciam a proteção radiológica. No entanto, outros fatores como o tempo, a distância e a blindagem constituem os aspetos-chave dos princípios de proteção gerais:

Tempo: minimizar o tempo de utilização da radiação num procedimento (isto pode reduzir a dose de radiação por um fator de 2 a 20 ou mais). Importante se o objetivo for minimizar o tempo de fluoroscopia ou o número imagens adquiridas;

Distância: O aumento da distância do foco à pele do doente é uma medida eficaz de redução da dose à entrada (dose na pele do doente).

Blindagem: uso de blindagem eficiente. A blindagem é mais eficaz como uma ferramenta para a proteção pessoal, esta tem um papel limitado na proteção de partes específicas do corpo dos pacientes como a mama, gónadas femininas, olhos e tireoide (Mahesh 2001a, Rehani et al. 2010).

Há muitos fatores comuns que afetam a dose de radiação dos pacientes e dos utilizadores. Toda a ação que reduz a dose do paciente também irá reduzir a dose do utilizador, mas o inverso não é verdadeiro. Os profissionais podem utilizar os aventais de chumbo, óculos plumbíneos ou outros tipos de proteção, podendo reduzir a sua própria dose de radiação, mas esses dispositivos de proteção não reduzem a dose do paciente. Em algumas situações, uma sensação de segurança por parte dos utilizadores pode levar à negligência de proteção dos pacientes (Mahesh 2001b, Rehani et al. 2010).

Na preparação dos procedimentos, todos os envolvidos devem receber formação relativamente à proteção radiológica de acordo com a política institucional e regulamentação governamental que, geralmente, deve incluir avaliação dos potenciais efeitos adversos da radiação em pacientes, a utilização do equipamento fluoroscópico da instituição, fatores que afetam a dose do paciente, e as medidas que podem ser tomadas para reduzir a dose (Stecker et al. 2009). De acordo com alguns autores e prática em alguns países, deve ser ainda dado ao paciente um consentimento informado sobre os efeitos da radiação, em particular quando a dose esperada do procedimento possa ser elevada.

A radiação é apenas um item no planeamento do procedimento de intervenção. Outros riscos devem ser considerados, tais como efeitos secundários ao iodo e agentes de contraste, a idade e a história clínica do paciente (doenças como anemia Fanconi, xeroderma pigmentoso, síndrome de Bloom, escleroderma, lúpus eritematoso sistémico, artrite reumatoide, diabetes mellitus e hipertireoidismo aumentam a sensibilidade do tecido no desenvolvimento de efeitos a radiação). Estas questões devem ser cuidadosamente ponderadas para cada paciente e cada situação clínica (Stecker et al. 2009, Miller et al. 2010, Balter 2014).

Durante o procedimento a monitorização da radiação é da responsabilidade do técnico, enfermeiro ou outro pessoal dependendo da política e as necessidades da instituição e de acordo com as leis e regulamentos pertinentes (Stecker et al. 2009, Balter 2014). Em Portugal, esta responsabilidade é do técnico de radiologia e do radiologista. No caso do CHP encontra-se em fase de implementação a notificação de dose pelo técnico de radiologia.

Para a monitorização de radiação o operador é notificado quando o paciente atinge 2 Gy, uma vez que de acordo com os dados atuais, as reações da pele podem ocorrer em pacientes sensíveis dentro de horas após ter recebido essa dose. Para as

unidades que só podem monitorizar tempo de fluoroscopia, o operador é notificado quando o total de tempo de fluoroscopia chegou a 30 minutos, sendo referenciado que em alguns casos há lesões quando se refere tempo de exposição de 60 minutos. Intervalos de notificação devem ser reduzidos para os procedimentos que envolvem um número relativamente grande de aquisição de imagens (Stecker et al. 2009, Balter et al. 2010).

A interrupção de um procedimento devido ao cuidado com a dose de radiação é pouco provável que aconteça, uma vez que o benefício clínico de um procedimento bem sucedido quase sempre é superior a qualquer prejuízo para o paciente devido à radiação (Stecker et al. 2009, Balter 2014).

No fim do procedimento o responsável pela monitorização da dose deve escrever uma nota adequada no processo do paciente, se qualquer um desses valores forem ultrapassados, o que indica que uma dose significativa de radiação foi administrada. O paciente é instruído para notificar o responsável se notar alguma alteração na área irradiada. O seguimento clínico é o passo seguinte, caso no auto - exame surjam achados de efeitos determinísticos. (Stecker et al. 2009, Balter 2014).

### **Dosimetria**

As medições de radiação são fundamentais para os programas de controlo de qualidade dos equipamentos de raios X e para medir ou estimar doses a que estão submetidos os pacientes, ou seja, na dosimetria do paciente.(Chida et al. 2010)

A dosimetria do paciente é um processo complexo devido ao tipo de radiação utilizada, à diversidade de técnicas para obtenção da imagem e às diferentes modalidades e duração de exposição. Os relatórios de dosimetria são por vezes um verdadeiro desafio, devido às várias unidades e grandezas utilizadas (Scott 2014).

A definição de dose é geralmente utilizada para designar a dose absorvida que se refere à quantidade de radiação depositada no corpo ou numa parte anatómica particular. É também usado para determinar se as alterações específicas nos tecidos podem resultar de radiação. No SI (Sistema Internacional) a sua unidade é J/kg a que foi dado o nome de Gray (Gy), sendo que 1 Rad corresponde a 0,01Gy (Stecker et al. 2009).

Para fins de proteção contra a radiação e avaliação da dose ou risco para os seres humanos, em termos gerais, a quantidade normalmente calculada é a dose média absorvida num órgão ou tecido (Chida et al. 2010).

Por esse motivo, as definições de grandezas dosimétricas básicas são o *air kerma* e a dose absorvida que levam em conta as condições em que as medições são realizadas (livre no ar, no paciente ou no simulador) e o meio em que são expressos os valores da grandeza (no ar, na pele, ou no tecido mole) (Chida et al. 2010).

O *air kerma* consiste na energia extraída a partir de um feixe de raios-x por unidade de massa de ar em um pequeno volume de ar irradiado. O *air kerma* é medido em grays. Para raios X de diagnóstico, *air kerma* é a dose administrada a esse volume de ar.(Stecker et al. 2009)

Exposição é a palavra frequentemente utilizada para descrever um paciente submetido a radiação ionizante. Contudo, a exposição consiste em diversos fatores técnicos envolvidos na construção da imagem durante um determinado exame (Stecker et al. 2009).

Nem a exposição nem o *air kerma* medem com precisão o efeito da radiação sobre os seres humanos porque ambos são medidas de ionização no ar. (Scott 2014).

### 3. RESULTADOS

A CPRC deve garantir um nível adequado de recursos, tais como pessoal, instalações e equipamentos, para garantir que as doses de radiação são controladas adequadamente. A monitorização de dose não se deve cingir à blindagem das instalações e dos equipamentos, mas também à monitorização de radiação. A garantia da qualidade é um componente essencial de qualquer programa de monitorização.

Encontra-se em fase de implementação institucional um sistema que é desencadeado através de uma notificação por parte dos técnicos de radiologia, sempre que se observar pelo menos um dos pressupostos constantes da tabela 2.

Tabela 2. Tabela de monitorização de doses utilizada pela CPRC no CHP. Baseada em Safrad International Atomic Energy Agency

"Trigger Values"	
Tempo de fluoroscopia	> 60 minutos
Dose Area Product (DAP)	> 500 Gy.cm <sup>2</sup> e > 50000 µGy.m <sup>2</sup>
Dose na pele	> 2Gy
"Trigger Events"	
Lesão visível desencadeada por radiação	
Paciente Errado	
Gravidez desconhecida	
Vários procedimentos nos últimos 12 meses	

Foi ainda definida a sequência de procedimentos a seguir de forma a registar e avaliar os efeitos secundários da radiação ionizante (Esquema 1).



Esquema 1. Sequência de procedimentos de notificação de doses desde o paciente até à avaliação e resposta da CPR. (Elaborado pelos autores)

O papel da CPR é fundamental em qualquer organização que realize procedimentos com radiação ionizante. A Comissão garante a monitorização dos procedimentos radiológicos realizados. Desempenha o papel de supervisão sobre todos os fatores envolvidos na exposição à radiação, tais como: a proteção radiológica dos profissionais pré, peri e após os procedimentos; a proteção dos pacientes desenvolvendo ferramentas para garantir que o princípio ALARA é aplicado; verificar se o registo de dose da exposição é efetuado, desencadeando um alerta sempre que os limites de dose estabelecidos são atingidos ou ultrapassados. Garante, ainda, que são desencadeadas ações de averiguação na presença de exposições indevidas, de forma a avaliar a gravidade das mesmas, e desenvolver medidas corretivas e/ou preventivas a implementar.

À CPR compete, ainda, assegurar a existência de programas anuais de controle de qualidade dos equipamentos e avaliação da proteção radiológica das instalações, licenciamento de equipamentos, dosimetria individual para todos os profissionais expostos, formação

em proteção radiológica e, mais recentemente, promover a definição de níveis de referência de diagnóstico para a instituição.

#### **4. CONCLUSÃO**

Com o crescente desenvolvimento das novas tecnologias, bem como, o aumento de rastreios com a utilização de fontes de radiação ionizante, a exposição da população cresceu exponencialmente. Assim, a proteção radiológica assume um papel preponderante na gestão hospitalar.

A atribuição à CPR da competência de identificação, acompanhamento e avaliação das exposições dos doentes sinalizados sujeitos a procedimentos de fluoroscopia, permitiu reforçar a sensibilização dos profissionais para a cuidada gestão da dose para o paciente e os seus efeitos. A implementação dos procedimentos referidos no artigo permitiu assegurar um melhor acompanhamento dos doentes em risco, uma maior acuidade na monitorização das doses e uma otimização dos protocolos. A CPR tem como projeto futuro a criação de um registo de dose no processo clínico do doente.

#### **Referências**

- Balter, S., et al. (2012). "Radiation dose measurements and monitoring for fluoroscopically guided interventional procedures." *J Am Coll Radiol* 9(8): 595-597.
- Balter, S. and D. L. Miller (2014). "Patient skin reactions from interventional fluoroscopy procedures." *AJR Am J Roentgenol* 202(4): W335-342.
- Brody, A., and Kathren RL (1989). "Historical development of radiation safety practices" *Radiographics*; 9(6):1267-1275.
- Chida, K., et al. (2010). "Radiation dose and radiation protection for patients and physicians during interventional procedure." *J Radiat Res* 51(2): 97-105.
- Holmberg, O., Malone, et al. (2010). "Current issues and actions in radiation protection of patients." *Eur J Radiol* 76(1): 15-19.

- Johnson, M. M. (2015). "Radiation protection education in fluoroscopy." *Radiol Technol* 86(5): 511-528; quiz 528-532.
- Mahesh, M. (2001a). "Fluoroscopy: patient radiation exposure issues." *Radiographics* 21(4): 1033-1045.
- Mahesh, M. (2001b). "The AAPM/RSNA physics tutorial for residents - Fluoroscopy: Patient radiation exposure issues." *Radiographics* 21(4): 1033-1045.
- Miller, D. L., et al. (2010). "Clinical radiation management for fluoroscopically guided interventional procedures." *Radiology* 257(2): 321-332.
- Rehani, M. M., et al. (2010). "ICRP Publication 117. Radiological protection in fluoroscopically guided procedures performed outside the imaging department." *Ann ICRP* 40(6): 1-102.
- Wagner LK, Archer BR.(1998) "Minimizing Risks from fluoroscopic X- rays", 2nd ed. Houston, TX:Partners in Radiation Management.
- Scott, A. M. (2014). "Current issues in radiation dose monitoring and reporting." *Radiol Technol* 85(5): 501-516; quiz 517-520.
- Stecker, M. S., et al. (2009). "Guidelines for patient radiation dose management." *J Vasc Interv Radiol* 20(7 Suppl): S263-273
- Vano, E., et al. (2015). "Implications in medical imaging of the new ICRP thresholds for tissue reactions." *Ann ICRP* 44(1 Suppl): 118-128.
- <http://rpop.iaea.org/safrad>, acedido em 2/2/2016.
- Relatório sobre o projecto Dose Datamed 2 Portugal. In [portugal/Relatorio\\_Dose\\_Datamed2\\_Portugal.pdf](http://portugal/Relatorio_Dose_Datamed2_Portugal.pdf), acedido em 29/01/2016.