



**INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA**

Determinação da dose absorvida em exames radiográficos

Autores: Amanda A. Soares, Gabrielly G. Kahl
Orientador: Prof^o Flávio Augusto Penna Soares

1. INTRODUÇÃO

O uso das radiações ionizantes têm sido alvo constante de pesquisas, principalmente por sua aplicação na área médica. Apesar da inovação tecnológica, após 100 anos, ainda é escasso o estudo sobre as influências que as variáveis elétricas e geométricas de um aparelho radiográfico exercem na dose absorvida pelo paciente. Para estimar a dose absorvida é necessário calcular várias outras grandezas primárias, como KERMA e dose de entrada na pele (DEP). O objetivo desse trabalho é estimar a dose absorvida pelo paciente relacionada com a anatomia irradiada de pacientes, submetidos à exames radiográficos. Estimativas da atenuação da radiação provocada pelos diferentes tecidos humanos foram calculadas e uma equação em função da espessura do tecido foi desenvolvida.

2. METODOLOGIA

Esse estudo é uma continuação de uma pesquisa iniciada há 3 anos pelo NTC/IFSC que procura desenvolver uma equação direta para estimar a dose absorvida pelo paciente em exames radiográficos, utilizando parâmetros elétricos, geométricos e de filtragem combinados com dados da anatomia irradiada.

A Dose de Entrada na Pele (DEP) é ajustada à espessura da anatomia específica do paciente a fim de se obter a dose absorvida. A DEP é calculada a partir da estimativa da grandeza KERMA no ar desenvolvida anteriormente pelo grupo NTC. Esta equação calcula o KERMA produzido pela ampola radiográfica, por unidade de exposição (mAs) e utiliza variáveis do exame radiográfico: tensão de pico (kVp) e sua ondulação (%), ângulo anódico (graus) e a filtração total do exame (mmAl). A DEP é obtida com a multiplicação do KERMA pela área de incidência do feixe de radiação no paciente. Para o cálculo da absorção de radiação pela anatomia irradiada, desenvolveu-se equações de Lambert-Beer específicas derivadas dos coeficientes de absorção de energia em massa obtidos do NIST/USA, para cada tecido: osso, músculo, gordura e pele.

Equação 1: Dose de Entrada na Pele

Onde:
tn: tensão de pico [kVp]
ct: corrente utilizada no exame [mA]
tp: tempo utilizado no exame [s]
ft: espessura da filtração do tubo [mmAl]
dt: distância foco paciente utilizada no exame [cm]
rp: ondulação de tensão (ripple) [%]
ag: ângulo anódico [°]
ar: área irradiada [cm²]

Sendo que:

$$ESAK(tn, rp, ag, ct, tp, dt, ar) = INAK(tn, rp, ag, ct, tp, dt) * BSF(ar, tn)$$

$$INAK(tn, rp, ag, ct, tp, dt) = KERMA(tn, rp, ag) * ct * tp * (75/dt)^2$$

$$KERMA(tn, rp, ag) = 0,35 * ag * tn - 0,14 * ag * rp - 0,15 * ag^{2,419} + 30,14$$

Para avaliação das equações completas, escolheu-se 3 anatomias distintas: tórax, mão e coxa. A espessura média da pele foi fixada em 2 mm e a dos ossos foi estimada no local do raio central, na incidência ântero-posterior, para o sexo masculino padrão. Por serem similares em densidade e coeficientes de atenuação, músculo e gordura são tratados como um tecido único, usando-se o valor de densidade de 1,0 g/cm³ e um coeficiente de atenuação em massa médio entre eles. Para cada anatomia, escreveu-se

sua própria equação, as quais pele e ossos - 52 mm para o tórax, 12 mm para mão e 31 mm para coxa - possuem valor fixo e a espessura do conjunto músculo-gordura foi obtida a partir da medida total da espessura do paciente, subtraindo-se os valores constantes do osso e pele.

Por fim a DEP é convertida em dose absorvida pela interação da radiação com os tecidos humanos, através do coeficiente de atenuação linear de cada tecido e sua espessura. A equação 2 apresenta a equação que calcula o percentual de absorção, segundo a Lei de Lambert-Beer^[9,10].

$$At(V, dO, dM, dG, dP) = e^{-CAEO * \rho_O * dO - CAEM * \rho_M * dM - CAEG * \rho_G * dG - CAEP * \rho_P * dP}$$

Equação 2: Equação genérica para atenuação pelo paciente.

Onde:
At = Atenuação
d(O, M, G, P) = espessura para cada tecido
ρ(O, M, G, P) = densidade para cada tecido
CAE(O, M, G, P) = equação do coeficiente para cada tecido
sendo *O* = osso; *M* = músculo; *G* = gordura; *P* = pele

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conjunto de equações encontradas permitem estimar a dose absorvida do paciente para os exames e anatomias citadas. Os dados de entrada são inseridos em um único momento e a dose absorvida total (mGy) é calculada instantaneamente. O erro médio, ao comparar os dados disponíveis e a equação é menor do que 5% em qualquer combinação de dados do aparelho e de exames. Além disso, por ser apresentado uma sequência de cálculos e aproximações de tabelas, o estudo permite que seja ajustado qualquer de suas etapas caso hajam estudos com maior precisão e exatidão. Também é possível realizar os ajustes necessários para que se possa calcular a dose absorvida para outros exames e anatomias, bem como outras tecnologias, como mamografia, fluoroscopia e tomografia computadorizada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora complexas em seu formato por causa do número de variáveis de entrada, as equações simplificam a determinação direta de dose absorvida a partir das características do equipamento e paciente. Não há necessidade de verificar tabelas, nem de realizar a interpolação de dados, pois possui uma faixa de utilização, de 35 a 130 kV, a qual compreende a maioria dos exames não restringindo o tipo de equipamento ou valores discretos de tensão, área ou filtração.

Referências

- [1] FARO, S. I. M. B. **Dosimetria do paciente em radiologia, no IPOFG-CROC, S.A.** 2006. 100 f. Dissertação para grau de Mestre em Imaginologia Médica. Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- [2] SOARES, F. A. P. *et al.* Desenvolvimento de um aplicativo Android para estimativa da DEP a partir dos parâmetros do exame radiográfico. In: **IX Congresso Latino Americano IRPA**, Rio de Janeiro, 2013. Libro de Resumos. Recife: SBPR, 2013.
- [3] SUTTON, D.; CRANLEY, K.; GILMORE, B.J. *et al.* **Catalogue of diagnostic X-ray spectra and other data**: eletronic version. Report S. No. 78 (CD Rom). York, UK: The Institute of Physics and Engineering in Medicine; 1997.